A. MÜNTZ

Gerschel, phot.

Le Deley, imp.

SHOUT
SHARE
IT

6941

REVUE GÉNÉRALE

DE

BOTANIQUE

QK1
.R44
1920
V.32

REVUE GÉNÉRALE
DE
BOTANIQUE

DIRIGÉE PAR

M. Gaston BONNIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA SORBONNE

TOME TRENTE-DEUXIÈME

B 2,70

PARIS
LIBRAIRIE GÉNÉRALE DE L'ENSEIGNEMENT
4, RUE DANTE, 4

1920

MISSOURI BOTANICAL
RECEIVED
SEP 9 1921
GARDEN LIBRARY

NOTICE

SUR

ACHILLE MÜNTZ

par M. L. FRANÇOIS

Achille Müntz est mort le 20 février 1917, c'est donc en pleine guerre que ce grand savant s'est éteint. La disparition d'un homme tel que Müntz ne pouvait passer inaperçue malgré les heures graves que nous vivions alors ; cependant les circonstances que nous traversions, ainsi d'ailleurs que la simplicité voulue par lui de ses funérailles, n'ont pas permis de lui rendre tout l'honneur qui lui était dû.

Alsacien d'origine (Müntz naquit le 10 août 1846 à Soultz-sous-Forêt), il n'a pas eu le bonheur de voir la victoire de nos armes et le retour, si longtemps attendu, de sa chère petite patrie, à la France. C'est en mars 1914 qu'il subit les premières atteintes du mal qui devait l'emporter. L'inaction à laquelle il fut réduit alors, assombrit les dernières années de son existence, cependant, il n'a jamais pu se résigner à abandonner complètement le travail et, jusqu'à la dernière semaine de sa vie, il vint au laboratoire de l'Institut agronomique, les jours de manipulation.

⁂

L'œuvre scientifique de Müntz est considérable. Servi par une haute intelligence, une volonté très grande, d'esprit indépendant et d'une puissance de travail considérable, Müntz a laissé une œuvre immense et d'une extraordinaire variété. Avant tout, Müntz est chimiste. Tout jeune, il connut Boussingault, qui, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, travaillait, durant la belle saison, dans un laboratoire de campagne installé au Liebfrauenberg, à quelques pas du village de Woerth-sur-Sauer, où Müntz passa son enfance. Là, il eut l'occasion de pénétrer à plusieurs reprises dans le laboratoire du maître, de qui il fut, quelques années plus tard, l'élève, puis le préparateur. La passion, l'ardeur avec laquelle le jeune homme se lança dans l'étude de la chimie fut telle, que dès l'année 1869, Müntz présentait à l'Académie des Sciences son premier mémoire : *Sur la composition de la peau, sur les modifications que le tannage lui fait subir et sur la fermentation du tannin dans les fosses ;* travail qui fut publié l'année suivante dans les Annales de Chimie et de Physique. Le sujet est traité avec une telle compétence, une maturité d'esprit qui étonnent ; depuis, rien de mieux n'a été fait sur cette question.

Nous ne suivrons pas le jeune chimiste dans l'ensemble de ses multiples travaux, mais nous nous attacherons à mettre en évidence, dans son œuvre, toutes les questions touchant plus spécialement à la Botanique.

⁂

Le premier travail de Müntz ayant un intérêt botanique direct est un travail de physiologie végétale, paru en 1871, intitulé : *Sur la germination des graines oléagineuses*. Le jeune auteur examine les transformations subies par la matière grasse pendant la germination. Il opère sur des graines riches en huile, telles que celles du Colza, et met en évidence les points suivants : les matières grasses sont d'abord saponifiées, puis la glycérine disparaît au fur et à mesure de sa mise en liberté et les acides gras libres augmentent en quantité en même temps que la germination s'avance. Les acides servent eux-mêmes d'aliments respiratoires à l'embryon, mais avant d'éprouver la combustion complète ils subissent une oxygénation ménagée qui les transforme en véritables résines, lesquelles disparaissent pendant le développement de la jeune plante.

Dès lors, Müntz, au milieu de ses grandes recherches, reviendra de temps à autre et toujours avec succès aux questions de chimie végétale. C'est ainsi que de 1873 à 1875 il s'applique à l'étude des Champignons, d'abord au point de vue des substances sucrées qui s'y rencontrent, puis, en corrélation avec cette question, Müntz étudie les fonctions respiratoires de ces végétaux. Dans cette série de recherches : *Sur la matière sucrée contenue dans les Champignons* et *Recherches sur les fonctions des Champignons*, l'auteur détermine la nature des substances sucrées contenues dans les Champignons. Il s'y rencontre tantôt de la mannite, tantôt un glucose, tantôt du tréhalose. Cette étude a été poursuivie non seulement sur les Champignons supérieurs, mais aussi sur les « moisissures ou ferments » où les résultats sont trouvés analogues : les uns contiennent de la mannite *(Penicillium)*, les autres du tréhalose *(Mucor)* et ceci, quel que soit le milieu nutritif où ils se développent.

D'autre part, la nature des sucres a une grande influence sur la respiration de ces végétaux : Quand on les soustrait à l'action de l'oxygène, ils continuent à dégager de l'acide carbonique et produisent de l'alcool sous l'influence d'une véritable fermentation intracellulaire et ce phénomène, dans le cas où les Champignons contiennent de la mannite, se complique : la mannite concourt à la production de l'alcool, mais en même temps dégage de l'hydrogène qu'on retrouve avec l'acide carbonique formé.

C'est dans cette même période que Müntz découvre, par une idée de génie, la méthode si simple, permettant d'établir la distinction des ferments chimiques et des ferments figurés. S'inspirant des travaux de Pasteur, l'auteur chercha s'il était possible d'établir une distinction entre ces deux groupes. Il employa à cet effet les anesthésiques et en particulier le chloroforme, et il prouve que, d'une manière générale, les anesthésiques arrêtent l'action des ferments organisés et sont sans influence sur celle des ferments solubles. Müntz a d'ailleurs reconnu depuis que l'action des anesthésiques n'est pas aussi absolue qu'il l'avait tout d'abord pensé.

C'est à partir de cette époque que prend date la série capitale des recherches sur la nitrification par les ferments organisés. Ce travail magistral, dû à la collaboration de Th. Schlœsing et de Müntz apporte la démonstration complète de la formation des nitrates dans le sol, sous l'influence d'êtres vivants. Cette découverte, une des plus remarquables de la chimie agricole, a pu être développée ou complétée par d'autres chercheurs, mais les bases jetées par Th. Schlœsing et Müntz restent inébranlables.

Cette période qui s'étend de 1877 à 1879 a vu d'autres travaux encore.

En 1878, Müntz étudie la fermentation alcoolique des végétaux et étend les recherches de Lechartier et Bellamy à des plantes entières ; il montre que les végétaux peuvent traverser cette phase anormale de la fermentation intracellulaire en conservant leur vitalité et reprenant ensuite leurs fonctions habituelles.

Les graines, que Müntz avait déjà commencé à étudier, sollicitent de nouveau l'attention du savant. Il est ainsi conduit à effectuer une série de recherches sur la maturation des graines, recherches que nous allons résumer succinctement. L'auteur cherche à mettre en évidence quelques faits se rattachant à la formation de l'amidon et des graisses dans les graines, en déterminant la composition de celles-ci à différentes époques de la végétation, depuis la floraison jusqu'à la maturation complète. Il recherche aussi quel est le moment de la maturité le plus favorable à un rendement élevé des récoltes et quelle est l'influence, sur la conservation, d'une récolte prématurée. Dans cet important travail, Müntz s'est occupé successivement des semences amylacées et des graines oléagineuses.

Pour les premières il trouve que la formation de l'amidon est toujours précédée par celle de matières sucrées et que dans le seigle, le blé, l'orge, l'avoine, ces substances sont représentées par un sucre particulier, le synanthrose, qui a des analogies avec le sucre de canne. Ce sucre, dont la proportion est très considérable dans le jeune grain, disparaît à mesure que la maturité s'avance ; il est remplacé par de l'amidon sans qu'il soit possible de saisir un état transitoire. Cependant, la synanthrose ne disparaît pas complètement dans tous les grains mûrs ; dans le seigle, l'auteur en trouve des quantités notables, voisines de 5 °/₀, mais qui diminuent graduellement avec la durée de la conservation ; la transformation en amidon continue donc, quoique très lentement, dans le grain conservé. Le synanthrose n'est pas uniformément reparti ; on en trouve, dans le son, une quantité plus considérable que dans la farine qui, cependant, en possède de 3 à 4 °/₀ et l'on peut attribuer quelques-unes des propriétés physiques du pain de seigle à la présence de synanthrose dans la farine de cette céréale. Dans le blé, le synanthrose disparaît complètement à l'époque de la maturité et, à ce moment, l'auteur n'y a plus rencontré que du sucre de canne, dont la proportion se maintient entre 1 et 2 °/₀ dans le grain mûr. L'orge et l'avoine ont donné lieu à des observations analogues : ici encore, c'est le son qui retient la plus grande partie du sucre.

Dans toutes les semences examinées, l'auteur a rencontré de véritables gommes qui paraissent s'immobiliser et ne plus se prêter aux transformations ultérieures.

A côté de ces sucres, Müntz a trouvé « un ferment inversif du genre des diastases », qui agit sur les sucres pour les dédoubler en glucose, mais cette transformation n'a lieu que lorsque le grain cesse de « fonctionner normalement » ; en le broyant, la transformation s'effectue aussitôt. Ces sucres ne se forment pas dans le grain lui-même : en examinant les tiges et les feuilles des plantes sur lesquelles il a opéré, Müntz retrouve le synanthrose associé au sucre de canne et à leurs produits de dédoublement. Un ferment inversif d'une grande activité existe également dans ces organes, et il y a lieu de faire remarquer l'absence complète des glucoses dans le grain, alors qu'on les trouve en si grande abondance dans les organes foliacés.

En suivant le poids sec du grain à mesure que la maturité s'accomplit, l'auteur constate, au voisinage du point qu'on regarde comme celui de la maturité, un arrêt d'accroissement suivi bientôt d'une diminution graduelle. Il y a donc un moment qu'il faut saisir pour la récolte : celui où le grain a le poids le plus fort. Si la récolte se fait trop tôt, de même que si l'on diffère, le rendement est moins élevé. Cette diminution du poids des grains à partir d'un certain moment s'explique par l'intensité de la respiration dans le grain encore très riche en eau. Aussi longtemps que le grain reçoit les matériaux élaborés par les organes verts en plus forte proportion qu'il ne les perd, il accumule la matière carbonée ; lorsque l'égalité entre ces deux actions inverses se produit, le poids maximum est obtenu et à partir de ce moment le poids du grain ne fait que diminuer jusqu'à ce qu'il soit arrivé à l'état sec. Dans diverses observations, Müntz a constaté, en laissant la récolte sur pied au delà du point indiqué plus haut, des pertes qui ont atteint et dépassé 10 °/₀. Cette perte porte surtout sur l'amidon. En mesurant l'acide carbonique produit par le grain resté sur pied, alors qu'il n'est plus apte à assimiler, l'auteur a constaté qu'il se formait par 24 heures et par hectare une quantité d'acide carbonique représentant 50 kilos d'amidon ; l'importance pratique de ce fait ne doit pas être perdue de vue par les agriculteurs.

En cherchant un moyen facile pour reconnaître le moment où le grain ne reçoit plus suffisamment d'afflux alimentaire, l'auteur a déterminé le degré de dessiccation du rachis par lequel cet afflux se produit et il a constaté que le grain cessait d'augmenter de poids lorsque le rachis était desséché au point de ne plus contenir qu'environ 15 °/₀ d'eau.

Dans ce même travail, Müntz a mesuré l'influence du degré de maturité sur la conservation des grains ; des récoltes ont été faites à maturité incomplète et complète. Dans tous les cas les grains non entièrement mûrs, placés comparativement dans une même atmosphère avec des grains mûrs, retiennent une quantité d'eau sensiblement plus élevée et, par suite, ils sont plus aptes à se gâter pendant la conservation.

Müntz a fait des recherches semblables sur les graines oléagineuses, sur le Colza en particulier. Il examine à différentes périodes de maturité les graines et les siliques, et il constate que dans les graines, la formation de la matière grasse est toujours précédée de celle des matières sucrées ; le sucre de canne et le sucre interverti se rencontrent abondamment dans la graine peu avancée en âge : ils diminuent graduellement à mesure que les corps gras se forment, mais à la maturation complète, il reste encore de notables quantités de sucre de canne. Ces sucres existent déjà dans la silique d'où ils se dirigent vers les graines ; mais la matière grasse paraît se former dans les graines mêmes puisque la silique n'en renferme que de faibles traces, demeurant d'ailleurs invariables. Pour les graines oléagineuses, il examine, comme dans le cas précédent, l'influence du degré de maturité sur la quantité de la récolte. Ici encore il constate qu'à partir d'un certain moment, le grain n'accumule plus de matières carbonées, mais qu'il en perd, par suite des phénomènes de respiration et que cette perte porte surtout sur la matière grasse. Le point précis où la maturité est atteinte est donc celui qui donne non seulement le rendement le plus élevé en poids, mais encore la richesse la plus grande en huile.

Vers la même époque, nous trouvons une note de Müntz sur la fixation du tannin par les tissus végétaux.

Les plantes fourragères font aussi, dans cette période, l'objet de recherches de la part de Müntz et, de 1882 à 1886, il fait paraître les résultats de travaux, où il s'est attaché à résoudre la question suivante : le sucre de lait préexiste-t-il dans les aliments ou se produit-il au sein de l'organisme animal? L'examen approfondi des fourrages lui fit voir que les éléments du sucre de lait se trouvent en abondance dans la nourriture des herbivores puisque les gommes, les corps pectiques et mucilagineux donnent naissance au galactose, principe constitutif du sucre de lait. Ces corps galactogènes sont très répandus dans les végétaux; la ration journalière d'une vache en contient de 1 kg. à 1^{kg}, 5, quantité plus que suffisante pour expliquer la présence du galactose dans le lait. Il trouve dans certaines graines, celles de la Luzerne en particulier, une gomme qu'il nomme galactine et qui est susceptible de se transformer en galactose lorsqu'on la traite par les acides étendus. Dans d'autres plantes il trouve des principes analogues ; il est donc permis de penser que le sucre de lait produit par les herbivores a pour origine des principes préexistant dans les végétaux et que l'organisme animal ne fait qu'opérer une transformation.

La période s'étendant de 1879 à 1889 (si l'on en exclut des recherches sur l'alimentation des animaux et la production du travail en particulier chez le cheval) est surtout caractérisée par l'œuvre du chimiste : des recherches sur le dosage et la proportion d'acide carbonique contenu dans l'air, la formation des terres nitrées, l'origine des gisements de nitrate de soude du Chili et enfin la publication des premiers volumes de son ouvrage magistral sur les engrais, marquent cette période de sa vie.

En 1889, Müntz reprend sa série de travaux de chimie végétale par un mémoire sur le rôle de l'ammoniaque dans la nutrition des plantes supérieures. Pendant longtemps, on avait admis que c'était à l'état d'ammoniaque que les végétaux absorbaient l'azote du sol, et plus tard on attribua exclusivement aux nitrates la fonction de fournir aux plantes leur alimentation azotée. N'y avait-il pas là une théorie trop absolue ? Cette question a été résolue par Müntz de la manière suivante : Il constitue des sols exempts de nitrates et entièrement soustraits, par des dispositions appropriées, à toute introduction de ferments nitriques. Ces sols, ensemencés, et contenant une fumure azotée, subissaient l'influence des ferments ammoniacaux. Müntz put faire développer des plantes en l'absence de toute trace de nitrates, l'ammoniaque seule leur servant de nourriture azotée. Ces résultats montrent donc que la nutrition végétale peut se faire aux dépens de l'azote à l'état d'ammoniaque aussi bien qu'aux dépens de l'azote à l'état de nitrate. D'ailleurs, dans un second mémoire publié beaucoup plus tard, en 1896 : *Recherches sur l'intervention de l'ammoniaque atmosphérique dans la nutrition végétale,* Müntz démontre que l'ammoniaque atmosphérique est fixée par les sucs végétaux : la quantité fixée, malgré l'obstacle que constitue l'épiderme de la feuille, ne saurait être négligée. A la lumière, l'ammoniaque absorbée disparaît, fixée par l'organisme.

L'activité inlassable de Müntz se manifeste dans la période qui s'étend de 1888 à 1905 par une foule de recherches parmi lesquelles nous signalerons une série d'études sur la Vigne et la vinification. Ces travaux, tout à fait remarquables, sortent du cadre que nous nous sommes tracé ; aussi, nous signalerons seulement l'importance très grande de ces divers mémoires.

Nous arrivons maintenant aux derniers travaux de chimie végétale où Müntz s'occupe d'étudier les variations de l'assimilation chlorophyllienne suivant l'état de la luminosité, et, dans son dernier mémoire sur cette question (1913), Müntz met en évidence les faits suivants : « L'assimilation étudiée dans une atmosphère confinée, comme on le fait habituellement, montre qu'elle est beaucoup plus active à la lumière directe qu'à la lumière diffuse ; on est alors tenté de croire qu'il importe, pour la production des récoltes, que le soleil ne soit pas voilé et qu'un ciel couvert est au contraire une entrave à la décomposition du gaz carbonique et par suite à l'accroissement de la matière végétale. » Müntz constate que ce n'est pas toujours le cas. Alors, à quoi peut tenir, dans les conditions naturelles, cette indifférence de la plante vis-à-vis de l'intensité lumineuse, indifférence d'autant plus surprenante que lorsqu'on opère « in vitro », on constate des différences très grandes suivant qu'on place les organes végétaux à la lumière directe ou à la lumière diffuse ? C'est que dans les expériences faites sous cloche, on est obligé d'enrichir en acide carbonique l'atmosphère dans laquelle on place la plante afin de pouvoir constater les variations qui se produisent dans les quantités de ce gaz. Dans l'air ordinaire, il y a si peu de gaz carbonique, qu'il existe toujours assez de radiations solaires pour déterminer l'assimilation et qu'il importe peu que le ciel soit assombri ou non : l'assimilation est limitée par la proportion de ce gaz et non pas par l'intensité des radiations solaires.

Ceci explique pourquoi les récoltes sont aussi abondantes par les années sombres que par les années ensoleillées.[1]

* * *

Telle est, résumée en quelques lignes, la part qu'a pris Müntz dans le domaine de la Physiologie végétale. Les résultats obtenus par ce savant sont remarquables à tous égards, mais son œuvre entière s'étend à une telle diversité de sujets que lorsqu'on parcourt la liste des questions auxquelles il s'est attaqué et qu'il a résolues avec tant de sagacité, on éprouve une admiration sans borne devant l'œuvre immense de ce grand savant.

LISTE DES TRAVAUX BOTANIQUES DE MÜNTZ

Sur la germination des graines oléagineuses. (*Ann. chim. et phys.*, 4e série, t. 26, p. 472).

Sur la matière sucrée contenue dans les champignons. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 76, 1873, p. 649).

Sur la matière sucrée contenue dans les champignons inférieurs. (*id.*, t. 79, 1874, p. 1182).

Recherches sur les fonctions des Champignons. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 80, p. 178 et *Ann. chim. et phys.*, 5e série, t. 8, 1876, p. 56).

Recherches sur les ferments chimiques et physiologiques. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 80, p. 1250 et *Ann. chim. et phys.*, 5e série, t. V, p. 428).

Fixation du tannin par les tissus végétaux. (*C. R. Ac Sc.*, t. 84, p. 955).

Recherches sur la fermentation intracellulaire des végétaux. (*C. R. Acad. Sc.* t. 86, p. 49, et *Ann. chim. et phys.*, 5e série, t. 13, p. 543).

Sur les éléments du sucre de lait dans les plantes. (*Ann. chim. et phys.*, 6e série, t. 10. p. 566).

Sur l'existence des éléments du sucre de lait dans les plantes. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 102, p. 624).

Sur la maturation des grains de seigle. (*id.*, t. 97, p. 679).

Recherches chimiques sur la maturation des grains. (*Ann. Sc. agron.*, t. 1, p. 8 et *Ann. Sc. agron.*, t. 12, 1885, p. 399).

Recherches chimiques sur la maturation des graines oléagineuses. (*Ann. Sc. Agron.*, t. I, p. 445).

Sur le rôle de l'ammoniaque dans la nutrition des végétaux supérieurs. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 109, p. 646 et *Ann. Sc. agron.*, t. 16, 1890, p. 94).

Composition de la banane, essais d'utilisation de ce fruit (En collab. avec V. Marcano. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 88, p. 136 et *Ann. chim. et phys.*, 5e série, t. 17. p. 568).

Sur le traitement du mildew par le sulfate de cuivre. (*C. R. Acad. Sc.*, t. 101, p. 895).

Recherches sur l'intervention de l'ammoniaque atmosphérique dans la nutrition végétale. (*Ann. Sc. agron.*, t. 1, 1896, p. 161).

Le ralentissement de l'assimilation végétale pendant les temps couverts. (En collab. avec M. H. Gaudechon. — *C. R. Ac. Sc.*, t. 149, p. 190).

La lutte pour l'eau entre les organismes vivants et les milieux naturels. (*C. R., Ac. Sc.*, t. 150, p. 1390).

La luminosité et l'assimilation végétale. (*C. R. Ac. Sc.*, t. 156, p. 368).

SUR L'HÉTÉRŒCIE ET LA SPÉCIALISATION DU *PUCCINIA CARICIS* REB.

par M. Jakob ERIKSSON.

Pendant les années 1898 à 1905, j'ai établi des cultures expérimentales avec certaines formes du *Puccinia Caricis* qui se rencontrent dans les pays scandinaves. Les *Carex*, dont les formes de Champignon ont été l'objet de ces investigations, sont au nombre de 25. Ils avaient été recueillis en trois localités différentes : dans le Jardin Bergius près de Stockholm, dans les environs de la ville deJonköping (midi de la Suède) et enfin dans le Jardin Botanique de Christiania (Norvège). Le nombre des essais d'inoculations dépassait 200. Avec certaines formes, les essais ont été poursuivis durant deux années entières.

De ces recherches, il résulte qu'il n'est pas possible de trouver pour ces formes un groupement systématique apte à servir de clé de détermination. Ni les hôtes des téleutospores, ni ceux des æcidiospores ne donnent les points d'appui nécessaires. La même espèce de *Carex* et la même espèce de *Ribes* peut hospitaliser plusieurs formes de Champignon différentes au point de vue biologique. D'un autre côté, les résultats que nous venons de citer motivent un *groupement purement scientifique*, c'est-à-dire un système qui nous fournit les moyens de pénétrer dans le mystère du développement de ces formes de Champignons. C'est un tel groupement que nous allons chercher à établir.

En me servant de noms doubles, j'ai préféré ne point séparer les deux mots de *Puccinia* et de *Caricis* lesquels sont naturellement liés ensemble. Ensuite, je leur ai joint le nom de l'hôte du stade (*Urticæ*, *Grossulariæ*, etc.). Dans les cas où il n'y a pas lieu de spécialisation bien marquée sur le choix de l'hôte de l'Æcidium, j'ai ajouté l'adjectif *diffusa* (= indécise).

J'ai désigné de la manière suivante les localités où ont été recueillies les formes : Berg. = Jardin Bergius; Jonk. = Jonköping; Krist. = Jardin Botanique de Christiania; Allem. = Allemagne *(Klebahn)*. Les nombres fractionnaires insérés dans le tableau d'après l'origine des pieds (Berg., etc.) indiquent l'intensité de l'attaque du Champignon. Le dénominateur indique le nombre des endroits où ont été faites les inoculations, le numérateur celui des résultats positifs des inoculations. De deux nombres fractionnaires, séparés par un +, le premier se rapporte à l'*Urtica dioica*, le second au *Ribes Grossularia*.

SÉPARATION ANALYTIQUE DES FORMES BIOLOGIQUES DU PUCCINIA CARICIS *REB.*

Espèce 1. *Puccinia Caricis, diffusa* (n. nom.)

I. (Stade Æcidium) sur l'*Urtica dioica* (ou sur l'*U. urens)* et le *Ribes Grossularia* (le *R. rubrum*, le *R. aureum)*.

II, III. (Stade Urédo-Téleutosporifère) sur le *Carex acuta* (Jonk., 28/28 + 21/24), le *C. acuta* × *Goodenoughii* (Berg., 1) 10/18 + 1/14 ; 2) 22/22 + 11/17), le *C. ampullacea* (Jonk., 1) 19/19 + 30/30; 2) 26/27 + 3/9), le *C. cæspitosa* (Krist., 16/16 + 23/23), le *C. maritima* (Berg., 21/21 + 3/14), le *C. rigida* (Krist., 6/16 + 3/23), le *C. saxatilis* (Krist., 17/17 + 25/25) nucl., le *C. vulgaris* (Krist., 23/23 + 5/25); c'est-à-dire en tout 8 espèces de *Carex*.

Espèce 2. *Puccinia Caricis-Urticæ* (n. nom.)
[= *P. Urticæ-Caricis* Kleb.]

I. Sur l'*Urtica dioica* (ou sur l'*Urtica urens*).

II, III sur le *Carex acuta* (Jonk., 1) 32/34 ; 2) 18/28 ; 3) 22/23 ; 4) 12/25 ; 5) 21/26), le *C. acuta* × *prolixa* (Berg., 33/33), le *C. acuta* × *stricta* (Berg., 27/27), le *C. aquatilis* (Berg., 1) 17/17 ; 2) 11/13), le *C. atrata* (Berg., 1) 15/19 ; 2) 26/26), le *C. cæspitosa* (Berg., 1) 24/26 ; 2) 21/21), le *C. flava* (Jonk., 4/23), le *C. Goodenoughii* (Jonk., 26/28), le *C. hirta* (Berg., 1) 17/19 ; 2) 23/29 ; 3) 17/20 ; 4) 23/23), le *C. lævirostris* (Berg., 9/10), le *C. maritima* (Berg., 1) 27/27 ; 2) 17/17 ; 3) 12/21 ; 4) 16/16 ; 5) 17/19), le *C. pallescens* (Krist., 28/29), le *C. Pseudocyperus* (Berg., 40/45), le *C. rigida* (Krist., 28/28), le

C. stellulata (Jonk., 6/22), le *C. stricta* (Berg., 6/12 ; Jonk., 1) 6/14 ; 2) 4/14), le *C. vaginata* (Berg., 1) 20/20 ; 2) 33/33 ; 3) 2/24) et le *C. vesicaria* (Jonk., 1) 20/24 ; 2) 25/25), c'est-à-dire en tout 18 espèces de *Carex*.

Espèce 3. *Puccinia Caricis-Ribis* (n. nom.)
[= *P. Ribesii-Caricis* Kleb.]

I. Sur les espèces de *Ribes*.

Dans cette espèce (3), on peut, en se basant essentiellement sur les essais faits en Allemagne par H. Klebahn, distinguer les sous-espèces et les formes spécialisées suivantes.

Sous-espèces α : *Puccinia Caricis-Ribis, diffusa* (n. nom.)

I. Sur le *Ribes Grossularia* et le *R. nigrum* (le *R. alpinum*, le *R. aureum*, le *R. sanguineum*, le *R. rubrum*).

II. III. Sur le *Carex Pseudocyperus* [= *P. Ribesii-Pseudocyperi* Kleb.] (Allem.)

Sous-espèce β : *Puccinia Caricis-Grossulariæ* (n. nom.)
[= *P. Pringsheimiana* Kleb.]

I. Sur le *Ribes Grossularia* (le *R. rubrum*, le *R. alpinum*, le *R. aureum*, le *R. sanguineum*, le *R. nigrum*, l'*Urtica dioica*).

II, III. Sur le *Carex acuta* (Allem.), le *C. Buxbaumii* (Krist., 1) 26/22 ; 2) 41/41), le *C. Goodenoughii* (Allem.), le *C. saxatilis* (Krist., 25/25), le *C. stricta* (Allem., Berg., 20/21), c'est-à-dire en tout 5 espèces de *Carex*.

Sous-espèce γ : *Puccinia Caricis-Ribis-nigri* (n. nom.)

I. Sur le *Ribes nigrum* (le *R. alpinum*, le *R. aureum*, le *R. sanguineum*, le *R. rubrum*, le *R. Grossularia*).

Dans cette sous-espèce, on peut, en s'appuyant sur les essais de Klebahn, distinguer les formes spécialisées suivantes :

1) f. sp. *Acutæ* [= *P. Ribis-nigri-Acutæ* Kleb.] sur le *Carex acuta* (Allem.) et le *C. stricta* (Allem.).

2) f. sp. *Paniculatæ* [= *P. Ribis-nigri-Paniculatæ* Kleb.] sur le *Carex paniculata* (Allem.) et le *C. paradoxa* (Allem.).

3) f. sp. *Ripariæ* [= *P. Magnusii* Kleb.] sur le *Carex riparia* (Allem.) et le *C. acutiformis* (Allem.).

*
* *

Plusieurs observations faites pendant mes essais montrent avec évidence qu'il y a dans toutes les sections de l'espèce collective *Puccinia Caricis* Reb. des races biologiques (formes spécialisées), adaptées au parasitisme sur certaines espèces de *Carex*, et n'ayant pas la propriété de pouvoir en parasiter d'autres. En considérant le petit nombre d'essais d'inoculations faits jusqu'ici, ainsi que le manque d'accord que montrent souvent entre eux les résultats de ces investigations, mais surtout à cause de l'absence absolue d'essais ayant pour but la transmission de l'uredo de ces formes de Champignon d'une espèce de *Carex* à une autre, il me paraît cependant impossible de distinguer aujourd'hui des formes spécialisées de l'espèce en question. Quant aux formes spécialisées qu'on trouve sur ce tableau dans la sous-espèce, ces formes ne doivent être considérées que comme provisoires. Car il est facile de comprendre qu'à mesure que des essais d'inoculations plus étendus et complets auront été exécutés avec l'uredo de ces formes de Champignon, il sera nécessaire d'apporter des modifications à l'opinion que nous venons d'émettre.

SUR LA NOCIVITÉ DE QUELQUES COMPOSÉS DU MAGNÉSIUM A L'ÉGARD DE DIVERSES PLANTES

par M. Henri **COUPIN**.

Le magnésium est, on le sait, un métal considéré comme indispensable à la nutrition des plantes et semblant intervenir chez elles dans la constitution de leurs noyaux, de leurs grains d'aleurone, dans la synthèse des composés phosphorés, dans la fonction chlorophyllienne, etc. Malgré cette importance, il n'a qu'assez peu été étudié par les physiologistes, les phytogéographes, les agronomes, qui le considèrent comme n'ayant qu'un intérêt secondaire, sa proportion dans le sol suffisant toujours aux besoins des végétaux et son abondance paraissant n'être jamais exagérée au point qu'il devienne toxique.

Bien des problèmes, cependant, peuvent se poser au sujet des composés magnésiens. Je n'en aborderai qu'un ici, relatif à leur nocivité supposée, tout au moins dans certaines proportions à déterminer.

Rappelons, en passant, que le magnésium existe, dans la nature, sous différentes formes :

De *chlorure* dans un grand nombre de sources, dans l'eau de mer, dans les dépôts d'anciens lacs salés (par exemple de Stassfurt), où, sous le nom de *carnallite*, il est combiné au chlorure de potassium ;

De *sulfate* dans certaines sources (Sedlitz, Epsom, etc.), dans l'eau de mer ;

De *silicate* dans un grand nombre de roches (talc, serpentine, pierre ollaire, craie de Briançon, écume de mer, etc.) ;

De *carbonate* dans la terre végétale, dans diverses roches où, notamment, sous le nom de *dolomie* (1), il est uni au carbonate de calcium, etc.

Au point de vue toxique, j'ai porté mon attention sur le carbonate de magnésium, la magnésie, le phosphate de magnésium, le phosphate ammoniaço-magnésien, le sulfate de magnésium et le chlorure de magnésium.

Pour rendre les résultats comparables, les cultures ont été faites uniformément : 1° en milieu liquide, les composés magnésiens étant simplement dissous dans de l'eau de source (eau de la Vanne) (2), dont la minéralisation suffit amplement aux premières phases du développement des plantules (3) ; 2° à l'obscurité ; 3° à la température de 23° à 26° C. ; 4° en mettant en culture des graines ayant, préalablement, subi un commencement de germination, à l'obscurité, sur du coton hydrophile ou de la sciure de bois humides ; 5° en arrêtant l'expérience lorsque la culture en eau seule paraissait avoir atteint son maximum de développement.

CHAPITRE I

CARBONATE DE MAGNÉSIUM ($Mg\,CO^3$) (4).

Le carbonate de magnésium est très peu soluble (5) dans l'eau, mais le devient plus lorsque celle-ci renferme du gaz carbonique (6), cas qui, précisément, se produit, lorsqu'il y a des jeunes racines respirant.

---

(1) La *flore dolomitique* est considérée comme identique à la *flore calcaire*, affirmation qui aurait, peut-être, besoin d'être vérifiée avec soin.

(2) Le magnésium n'y existe qu'à l'état infinitésimal et, par suite, pratiquement négligeable pour l'objet que j'avais en vue dans ce travail.

(3) J'ai également fait des cultures avec de la *Liqueur de Knop* totale ou privée de sulfate de magnésium, soit à l'état liquide, soit rendue en partie compacte par une addition de gélose à 1 %. Les résultats ont été identiques à ceux obtenus avec de l'eau de source.

(4) Les principaux résultats de ce chapitre ont été publiés dans les *Comptes-rendus de l'Académie des Sciences* (n° du 7 juin 1918) sous le titre : *Action nocive du carbonate de magnésium sur les végétaux*.

(5) Environ 0 gr., 97 dans un litre d'eau à la température ordinaire.

(6) A 13°, sous la pression ordinaire, un litre d'eau chargée de gaz carbonique dissout 28 gr., 45 de carbonate neutre de magnésium. A noter que cette solubilité *diminue* beaucoup lorsque la température s'élève. A remarquer aussi que $Mg\,CO^3$ est sensiblement plus soluble dans l'eau chargée de CO^2 que $Ca\,CO^3$.

Les cultures ont été faites dans une eau renfermant du carbonate de magnésium *en excès* de manière à en assurer la *saturation* au fur et à mesure qu'il s'y dissout à la faveur du gaz carbonique émis par les racines du fait de leur respiration.

Je donne ci-après — en les classant par ordre alphabétique — les résultats obtenus avec la Belle-de-nuit, la Betterave, le Chanvre, le Cresson alénois, le Dattier, la Fève, le Lupin blanc, la Luzerne, le Maïs, la Moutarde, le Pin Pignon, le Pois, le Potiron, le Ricin, le Sarrasin, le Soleil : je ne citerai pour chacune de ces plantes qu'une des expériences prises entre beaucoup d'autres, lesquelles, d'ailleurs, sont toujours concordantes quand on prend soin de choisir des graines bien identiques et germant avec la même vigueur (1).

Belle-de-nuit.

Durée de l'expérience : 6 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 7 cm. de haut ;

Racine de 11 cm. de long, blanche ;

Radicelles au nombre de 33, dont 13 de 2 à 3 cm. et une vingtaine de $1^{cm},5$ et $0^{cm},5$.

b) Dans l'eau avec $MgCO^3$:

Axe hypocotylé de 5 cm.

Racine, noire et molle, de 1 cm. environ.

Radicelles nulles ; parfois de très courtes racines adventives noires et molles.

Les germinations de la Belle-de-nuit *(Mirabilis Jalapa)* sous l'influence du carbonate de magnésium voient donc leurs racines tuées et, par suite, incapables d'émettre des radicelles et leur axe hypocotylé réduit en hauteur.

Betterave rouge grosse.

Durée de l'expérience : 6 jours. T° = 24°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé rouge, de 5 cm. de haut ;

---

(1) La chose est, par exemple, facile avec le Lupin, le Potiron, le Ricin ; difficile avec le Dattier, la Fève, la Luzerne, le Maïs, le Pin, et, surtout, le Haricot, que, vu la difficulté de sa germination, j'ai renoncé à prendre comme sujet d'études.

Racine rougeâtre de 5 cm. de long ;

Radicelles, au nombre de 5 ou 6, de 1 mm. à 0^m, 5.

Poils absorbants (1) d'environ 1 mm. couvrant la racine d'un bout à l'autre.

b) Dans l'eau avec Mg CO^3 :

Axe hypocotylé rouge, de 3^cm, 5 à 4 cm. de haut.

Racine rougeâtre, avec la pointe noire, d'environ 1^cm, 5 de long.

Radicelles absentes.

Poils absorbants absents.

Chez la Betterave (*Beta vulgaris*), le carbonate de magnésium diminue donc la longueur de l'axe hypocotylé, arrête presque constamment la croissance de la racine et en tue le sommet, empêche la formation des radicelles et des poils absorbants.

Chanvre.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 16 cm. de haut.

Racine de 9 cm. de long.

Radicelles, au nombre d'une dizaine, de 1 à 2 mm. de long.

Poils absorbants présents, mais répartis irrégulièrement sur la racine.

b) Dans l'eau avec Mg CO^3 :

Axe hypocotylé de 4^cm, 5 de haut.

Racine de 3^cm, 5 de long.

Radicelles absentes.

Poils absorbants absents.

Sur le Chanvre (*Cannabis sativa*), le carbonate de magnésium ralentit donc la croissance, aussi bien celle de l'axe hypocotylé que de la racine et empêche la formation, à la fois, des radicelles et des poils absorbants.

---

(1) Pour me conformer à l'habitude, je continue à appeler « poils absorbants » les poils de la racine, bien que j'eusse montré récemment (*C. R. Ac. Sc.*, 1919) qu'ils n'ont aucun rôle absorbant et que l'absorption de l'eau se fait par le sommet de la racine, contrairement à ce que disent tous les ouvrages classiques.

Cresson alénois.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 5 cm. de haut.

Racine de 6 cm. de long.

Radicelles nulles.

Poils absorbants très abondants, depuis la base jusqu'au sommet, de 1 à 2 mm. de long.

b) Dans l'eau avec $MgCO^3$:

Axe hypocotylé de 5 cm. de haut.

Racine de 6 cm. de long.

Radicelles nulles.

Poils absorbants nuls.

Le Cresson alénois (*Lepidium sativum*) ne paraît donc pas beaucoup influencé par le carbonate de magnésium, dont le seul effet — mais celui-ci très manifeste — est d'empêcher la formation de ses poils absorbants (1).

Dattier.

Durée de l'expérience : 2 mois et demi environ. T° = 25°.

a) Dans l'eau de source seule :

Gemmule de 17 cm. de haut, jaune.

Racine de 17 cm. de long, blanche.

Radicelles, au nombre de 80, d'environ 4 mm. de long, s'étageant sur une longueur de 14 cm., et en outre, près du collet, 3 radicelles de 2 cm. de long.

Poils absorbants nuls.

b) Dans l'eau avec $MgCO^3$:

Gemmule de 5 cm. de haut, d'un jaune pâle.

Racine de 5 cm. de long, blanchâtre, un peu tachée de roux.

Radicelles, au nombre d'une dizaine, presque réduites à de simples bosses.

Poils absorbants nuls.

---

(1) Cette observation est à rapprocher de celle que j'ai décrite dans une communication à l'Académie des sciences (28 avril 1917) sous le titre : *Influence des sels de calcium sur les poils absorbants*.

On voit que la germination des Dattes (*Phœnix dactylifera*) ne souffre pas énormément de la présence de carbonate de magnésium dans le milieu ; son action se borne à diminuer la croissance de la gemmule et de la racine et d'empêcher la sortie des radicelles.

Fève.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Tige de 20 cm. de haut, avec une gemmule bien épanouie.

Racine de 15 cm. de long.

Trente-six *radicelles*, dont trente d'environ 7 cm., cinq d'environ 3 cm., une de 1^{cm},5.

Racines et radicelles blanches. Pas de *poils absorbants*.

b) Dans l'eau avec $MgCO^3$:

Tige de 17 cm. avec une gemmule un peu moins épanouie que dans la culture ci-dessus.

Racine de 15 cm. de long.

Vingt-huit *radicelles*, dont cinq de 3 à 4 cm., huit de 2 cm. au maximum, une quinzaine de 1 cm. à 1 mm.

Racines et radicelles brunâtres. Pas de *poils absorbants*.

Chez la Fève (*Faba vulgaris*), par conséquent, le carbonate de magnésium agit nocivement sur la racine et les radicelles qui brunissent et dont la croissance s'arrête assez promptement. Cette penurie radiculaire retentit un peu sur la tige qui devient un peu moins haute et sur la gemmule qui s'épanouit manifestement moins bien qu'en l'absence de carbonate de magnésium.

Dans une autre expérience faite avec la Fève, mais cette fois cultivée pendant 20 jours et *à la lumière*, la nocivité du carbonate de magnésium fut encore plus manifeste.

En présence de ce corps, il a été obtenu une tige de 7 cm., couverte de taches brunes, avec les feuilles de la gemmule en partie desséchées et noires, alors que, sans $MgCO^3$, la tige avait 31 cm, et était bien verte, de même que les cinq feuilles bien épanouies et bien fraiches qu'elle portait.

Quant à la racine, dans la culture avec $MgCO^3$, elle n'avait que 11 cm. (au lieu de 15 cm. sans $MgCO^3$), était fauve (au lieu d'être blanche) et ne portait que des radicelles presque noires, dont les plus longues n'avaient que 2^{cm}, 5 (au lieu d'un abondant chevelu de radicelles blanches dont une trentaine dont la longueur était de 6 à 7 cm.).

Lupin blanc.

Durée de l'expérience : 12 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 15 cm. de haut.

Racine de 25 cm. de long.

Radicelles, au nombre de 36, s'étageant sur environ 12 cm., les plus longues ayant une longueur de 2 cm.

Racines et radicelles blanches (pas de *poils absorbants*).

b) Dans l'eau avec Mg CO^3 :

Axe hypocotylé de 8 cm. de haut.

Racine de 4 cm. de long.

Radicelles réduites à de simples pointements d'au plus 1 mm. de long et, souvent, nuls.

Racines et radicelles brunes (pas de *poils absorbants*).

Le Lupin blanc (*Lupinus albus*) est donc très sensible à l'effet nocif du carbonate de calcium. La racine et, surtout, les radicelles, sont presque tuées instantanément et, comme conséquence, en partie indirecte, la partie aérienne est réduite environ de moitié.

Luzerne de Provence.

Durée de l'expérience : 14 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 4^{cm}, 5 de haut.

Racine, blanche, de 3^{cm}, 5 de long.

Radicelles nulles.

Poils absorbants nuls.

b) Dans l'eau avec Mg CO^3 :

Axe hypocotylé de 3^{cm},5 de haut.

Racine brunâtre de 0^{cm}, 6 de long.

Radicelles nulles.

Poils absorbants nuls.

Chez la Luzerne (*Medicago sativa*), on peut dire, en conséquence, que le carbonate de magnésium tue — ou à peu près — la racine et provoque le rabougrissement de l'axe hypocotylé.

Maïs sucré demi-précoce.

Durée de l'expérience : 9 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Partie aérienne, de 27 cm. de haut, montrant trois feuilles bien épanouies.

Racine principale de 31 cm. de long.

Radicelles très nombreuses (une centaine) s'étageant sur une longueur de 15 cm. ; les plus longues ayant 7 cm. et les autres — qui étaient les plus nombreuses — d'environ 1 à 2 cm.

Racines et radicelles blanches, ne présentant pas de *poils absorbants.*

b) Dans l'eau avec Mg CO³ :

Partie aérienne d'environ 27 cm., avec deux feuilles bien épanouies.

Racine principale de 18 cm.

Pas de *racines adventives.*

Radicelles (au nombre d'une vingtaine) s'étageant sur une longueur de 14 cm., une dizaine d'environ 7 cm., toutes les autres (les plus nombreuses) ne dépassant pas de 3 à 4 mm.

Racines et radicelles blanches, ne présentant pas de *poils absorbants.*

De tout ceci résulte que, du fait de la présence du carbonate de magnésium, le Maïs (*Zea Mays*) a assez peu souffert et que la nocivité de ce corps ne s'est manifestée que par le moindre développement de la gemmule et, surtout, de l'appareil radiculaire.

Moutarde blanche.

Durée de l'expérience : 9 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé : 12 cm. de haut.

Racine blanche de 9 cm. de long.

Radicelles, au nombre de 3 à 4, d'environ 2 à 4 mm.

Poils absorbants d'environ 1 mm. de long, couvrant la racine.

b) Dans l'eau avec Mg CO³ :

Axe hypocotylé de 1 à 2 cm. de haut.

Racine d'au plus 1/2 cm., noire et molle.
Radicelles nulles.
Poils absorbants nuls.

Le carbonate de magnésium tue donc immédiatement les racines de la Moutarde blanche (*Sinapis alba*) et empêche la formation des radicelles et des poils absorbants ; quant à l'axe hypocotylé, il reste presque dans le même état que celui où l'on met les germinations en expérience.

Pin Pignon.

Durée de l'expérience : 17 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 4 cm. de haut avec un diamètre de 3 mm.
Cotylédons d'environ 5 cm. de long.
Bourgeon terminal net.
Racine de 12 cm. de long, brunâtre.
Radicelles au nombre d'une vingtaine, s'étageant sur 4 cm. de longueur, ayant, au plus, 4 à 2 mm. de long ou réduites à des pointements, ne se montrant guère qu'au bout de 10 jours.
Pas de *poils absorbants*.

b) Dans l'eau de source avec $MgCO^3$:

Axe hypocotylé de 4 cm. de haut, avec un diamètre de 2^{mm}, 5.
Cotylédons d'environ 3 cm. de long, se flétrissant à l'extrémité.
Bourgeon terminal nul.
Racine de 9 cm., très brune.
Radicelles nulles.
Pas de *poils absorbants*.

En résumé, pendant les 10 premiers jours, le développement du Pin Pignon (*Pinus Pinea*) semble presque identique en l'absence ou en la présence du carbonate de magnésium, mais un peu plus tard on voit que ce dernier : réduit la longueur des cotylédons, empêche l'épanouissement du bourgeon terminal, arrête l'extension de la racine, la fait brunir et ne permet pas la sortie des radicelles.

Pois.

Durée de l'expérience : 13 jours. T° = 23° (1).

a) Dans l'eau de source seule :

Tige de 17 cm. de long.

Racine de 18 cm. environ.

Radicelles au nombre de 36, dont 16 de 3 à 5 cm. et 10 de moins de 3 cm.

b) Dans l'eau avec Mg CO^3 :

Tige de 13 cm. de long.

Racine de 10 cm. environ.

Radicelles au nombre de 26, dont 6 de 2 cm. et 20 de $0^{cm},5$ à $0^{cm},1$ (dans une autre expérience, il y avait 2 radicelles de 1 cm. à $0^{cm},5$ et 20 de moins de $0^{cm},1$).

Chez les Pois (*Pisum sativum*) le carbonate de magnésium diminue donc un peu la longueur de la tige et de la racine. Le système des radicelles est également réduit en nombre et en longueur, mais d'une manière un peu variable avec les individus (2).

Potiron jaune.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 17 cm. de haut.

Racine de 16 cm. de long.

Radicelles au nombre d'une dizaine, d'environ 11 cm. de long portant elle-même, d'un bout à l'autre, des radicelles de deuxième ordre, d'environ 2 mm. de longueur. Il y avait, en outre, 20 radicelles de deuxième ordre plus petites.

Poils absorbants abondants et longs sur les radicelles de deuxième ordre.

b) Dans l'eau avec Mg CO^3 :

Axe hypocotylé de 11 cm. de haut.

---

(1) Je n'ai pas noté le développement des *poils absorbants*, qui est très inconstant.

(2) Du moins dans mes expériences faites avec des graines achetées pendant la guerre et qui, sans doute, mal soignées et mal récoltées, paraissaient de qualité assez inférieure et exemptes d'homogénéité.

Racine de $9^{cm},5$ de long.

Radicelles au nombre de 14, dont 2 de 9 cm. et une douzaine d'autres de 1 à 2 cm., sans radicelles de deuxième ordre ou réduites à de simples pointements. (Dans une autre expérience, il y avait 3 radicelles de $6^{cm},5$, 8 d'environ 1 à 2 cm. et des radicelles tertiaires réduites à de vagues pointements).

Poils absorbants nuls.

Le carbonate de magnésium fait par conséquent peu souffrir le Potiron (*Cucurbita Pepo*). Son action se borne à diminuer un peu la longueur de l'axe hypocotylé et de la racine. Il ne semble guère agir que sur les radicelles de deuxième ordre dont il empêche la sortie, entraînant en même temps le non-développement des poils absorbants.

Ricin sanguin.

Durée de l'expérience : 6 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Longueur de l'*axe hypocotylé :* 9 cm.

Longueur de la *racine* principale : 14 cm. : teinte blanche.

Racines adventives : une quinzaine, de 8 à 9 cm. de long : teinte blanche.

Radicelles : une cinquantaine, s'étageant en une longueur de 7 cm., les plus grandes ayant environ 2 cm. de long ; teinte blanche.

Poils absorbants nuls.

b) Dans l'eau avec $Mg\,CO^3$:

Longueur de l'*axe hypocotylé :* $4^{cm},5$.

Longueur de la *racine* principale : 7 cm. : teinte légèrement brune.

Racines adventives : une quinzaine de 1 cm. à 2 de long, à pointe noire.

Radicelles : une quarantaine, s'étageant sur une longueur de $3^{cm},5$ environ, ne dépassant pas une longueur de 2 mm., légèrement brunes.

Poils absorbants nuls.

On voit que, chez le Ricin sanguin (*Ricinus sanguineus*), sous l'influence du carbonate de magnésium :

1° L'*axe hypocotylé* est de moitié plus court ;

2° La *racine* principale subit une réduction dans la même proportion et prend une teinte brune indiquant un état maladif ;

3° Les *racines adventives* sont beaucoup plus courtes et à pointe noire, vraisemblablement tuée.

4° Les *radicelles* sont un peu moins nombreuses et, surtout, arrêtées dans leur développement presque dès leur sortie hors du pivot.

Sarrasin de Tartarie.

Durée de l'expérience : 7 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 10 cm. de haut.

Racine de 7 cm. de long.

Radicelles, au nombre d'une trentaine, dont une quinzaine de 1 à 3 cm. de long et autant de 1 cm. à 1 mm.

Poils absorbants d'environ 1 mm., abondants à la fois sur la racine et les radicelles.

b) Dans l'eau avec $MgCO^3$:

Axe hypocotylé de 3^cm^,5 de haut.

Racine, très brun rouge, de 3 mm. de long.

Radicelles nulles ou réduites à des bosses à peine visibles.

Poils absorbants nuls.

Il est manifeste que le carbonate de magnésium a tué la racine, a empêché la formation des radicelles et des poils absorbants et a réduit la hauteur de l'axe hypocotylé chez le Sarrasin de Tartarie (*Fagopyrum tataricum*).

Grand Soleil.

Durée de l'expérience : 6 jours. T° = 23°.

a) Dans l'eau de source seule :

Axe hypocotylé de 13 cm. de haut.

Racine blanche de 10 cm. de long (de 20 cm. dans un autre échantillon).

Radicelles, au nombre de 30 à 40, dont une vingtaine de 4 cm. de long et les autres de 2 cm. à 1 mm.

Poils absorbants absents.

b) Dans l'eau avec $Mg\,CO^3$:

Axe hypocotylé de 1 cm. à 1^{cm}, 5, noir à la base.

Racine de 1 cm. à 1^{cm},5 entièrement noire.

Radicelles nulles.

Poils absorbants absents.

Le carbonate de magnésium est, on le voit, très nuisible aux germinations de Soleil (*Helianthus annuus* : il tue la racine et arrête presque complètement la croissance de l'axe hypocotylé.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

RELATIVES AU CARBONATE DE MAGNÉSIUM

On voit que pour toutes les espèces expérimentées le carbonate de magnésium s'est montré nocif, mais à des degrés divers ; il l'a été :

peu pour le Cresson alénois, le Dattier, le Maïs, le Pin Pignon, le Pois, le Potiron ;

moyennement pour la Belle-de-Nuit, la Betterave, le Chanvre, la Fève, le Lupin blanc, le Ricin ;

beaucoup pour la Luzerne, la Moutarde blanche, le Sarrasin, le Soleil.

Cette nocivité s'est manifestée par :

1° le moindre accroissement de la partie aérienne tous les exemples, sauf le Cresson alénois) ;

2° le moindre accroissement de la racine (Chanvre, Dattier, Fève, Lupin blanc, Pin pignon, Pois, Potiron, Ricin), laquelle racine a été, parfois, nettement tuée (Belle-de-Nuit, Betterave, Lupin blanc, Moutarde blanche, Sarrasin, Soleil) ou a pris une teinte brune indiquant qu'elle était malade (Fève, Pin Pignon, Ricin) ;

3° l'absence ou la moindre abondance des radicelles (Belle-de-Nuit, Betterave, Chanvre, Dattier, Fève, Lupin blanc, Maïs, Moutarde blanche, Pin Pignon, Pois, Potiron, Ricin, Sarrasin) ;

4° l'absence de poils absorbants — lorsque ceux-ci, ce qui est l'exception, se forment dans un milieu liquide — (Betterave, Chanvre, Cresson alénois, Moutarde blanche, Potiron, Sarrasin).

La nocivité peut être généralement constatée dès la mise en expérience (tous les exemples sauf le Pin) ou seulement au bout d'un certain temps (Pin Pignon).

CHAPITRE II

PHOSPHATES DE MAGNÉSIUM

J'ai étudié toutes les espèces citées dans le chapitre précédent, au point de vue de l'action que peuvent exercer sur elles le phosphate de magnésium $(PO^4)^2 Mg H^4$ et le phosphate ammoniaco-magnésien $PO^4 Mg A^2 H^4$; ces deux substances se sont montrées complètement indifférentes au point de vue de la nocivité (1), peut-être par suite de leur très faible solubilité.

CHAPITRE III

MAGNÉSIE

La magnésie (Mg O) ne se trouve jamais dans le sol, mais, néanmoins, sa toxicité avait quelque intérêt a être étudiée succinctement, comparativement à celle du carbonate de magnésium, dont les propriétés chimiques sont si voisines et en lequel d'ailleurs elle se transforme très vite, par exemple au contact du gaz carbonique émis par les racines du fait de leur respiration.

Cresson alénois.

Durée de l'expérience : 8 jours. Tº = 26º.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 5 cm. de haut.

Racine de 6 cm. de long.

Radicelles nulles.

Poils absorbants très abondants.

b) Dans l'eau avec magnésie :

Aucune graine n'a germé, sauf quelques-unes qui ont présenté un léger début — aussitôt arrêté — de germination.

Lupin blanc.

Durée de l'expérience : 9 jours. Tº = 26º.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 12 cm. de haut.

---

(1) Le phosphate ammoniaco-magnésien était intéressant à étudier à ce point de vue car il se trouve dans l'urine putréfiée et, par suite, vraisemblablement, dans le purin et le fumier.

Racine de 13 cm. de long, blanche.

Radicelles, blanches, au nombre de 26, s'étageant sur environ 8 cm. de longueur, dont 18 de 1 cm. à 1 cm. 1/2 de long, les autres plus petites.

Pas de *poils absorbants*.

b) Dans l'eau avec magnésie :

Axe hypocotylé de 5 cm. de haut (avec la partie médiane transparente).

Racine de 3 cm. 1/2 de long, brunâtre.

Pas de *radicelles* ni de *poils absorbants*.

Maïs sucré demi-précoce.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Partie aérienne longue de 25 cm., avec une feuille étalée.

Racine de 30 cm. de long.

Radicelles, au nombre de 100, disséminées sur une longueur de 12 cm., les plus longues ne dépassant guère de 1 à 2 cm., les autres — les plus nombreuses — ayant moins de 1 cm. ; deux ou trois, à la partie supérieure, ont jusqu'à 8 cm. de long ; elles-mêmes garnies de petites radicelles tertiaires.

Pas de *poils absorbants*.

b) Dans l'eau avec magnésie :

Partie aérienne de 20 cm. de long, bien épanouie.

Racine de 6 cm. de long.

Radicelles étagées sur 2 cm., 5, ayant 1 cm. 1/2 de long et les autres — une vingtaine — ne dépassant pas 1/2 cm.

Pas de *poils absorbants*.

Pois.

Durée de l'expérience : 12 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Tige de 26 cm. de long.

Racine de 17 cm. de long.

Radicelles au nombre de 14, s'étageant sur une longueur de 4 cm., dont une de 5 cm., les autres de 3 à 1 cm.

Poils absorbants sur la racine et les radicelles.

b) Dans l'eau additionnée de magnésie :

Tige de 4cm,5 de long, maigre et comme desséchée du sommet.

Racine de 2 cm. de long, jaunâtre, avec la pointe molle. Sa longueur est à peu près la même que celle de la germination mise en expérience.

Radicelles nulles.

Poils absorbants nuls (à part ceux qui existaient déjà sur la jeune racine et qui paraissent en voie de désorganisation).

Potiron jaune.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 17 cm. de haut.

Racine de 16 cm. de long.

Radicelles très nombreuses, portant elles-mêmes des radicelles de deuxième ordre.

Poils absorbants abondants sur les racines de deuxième ordre.

b) Dans l'eau additionnée de magnésie :

Aucun développement.

Ricin sanguin.

Durée de l'expérience : 9 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 20 cm. de haut.

Racine de 20 cm. de long.

Racines adventives au nombre de 5, dont une de 15 cm., deux de 10 cm. et les deux autres un peu plus courtes.

Radicelles au nombre d'une centaine, s'étageant sur une longueur de 11 cm., une dizaine de 4 à 5 cm., une huitaine de 2 à 3 cm., les autres plus petites.

Pas de *poils absorbants*.

Racines et radicelles blanches.

b) Dans l'eau avec magnésie :

Axe hypocotylé de 6 cm. de haut.

Racine roussâtre de 3 cm. de long.

Racines adventives au nombre de 10, d'environ 1 à 4 cm. de long, blanchâtres, avec la pointe noire.

Radicelles, au nombre de 15 environ, allant presque jusqu'à la pointe de la racine, d'environ 2 mm. de long, brunes, avec la pointe noire.

Soleil.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 15 cm. de haut.
Racine de 10 cm. de long.
Radicelles nombreuses.
Poils absorbants nuls.

b) Dans l'eau avec magnésie :

Mort immédiate de la jeune plantule.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

RELATIVES A LA MAGNÉSIE

En résumé, on voit que la magnésie, malgré son analogie chimique avec le carbonate de magnésium, n'a pas la même nocivité vis-à-vis des végétaux, ainsi que le montre l'énumération suivante :

	CARBONATE DE Mg.	MAGNÉSIE
Cresson alénois	Très peu nocif	Mortel
Lupin blanc	Moyennement nocif	Légèrement nocif
Maïs	Légèrement nocif	Légèrement nocif
Pois	Légèrement nocif	Très nocif
Potiron	Légèrement nocif	Mortel
Soleil	Très nocif	Mortel
Ricin	Moyennement nocif	Très nocif

D'une manière générale, à part le cas du Lupin blanc et du Maïs, la magnésie s'est montrée *plus nocive* que le carbonate de magnésium.

CHAPITRE IV

SULFATE DE MAGNÉSIUM

J'ai étudié la nocivité du sulfate de magnésium à l'égard de sept germinations : Cresson alénois, Lupin blanc, Maïs, Pois, Potiron, Ricin, Soleil. Je vais énumérer, succinctement, les constatations faites.

Cresson alénois.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :
Axe hypocotylé de 5 cm. de haut.
Racine de 3 cm. de long.
Radicelles insignifiantes.
Poils absorbants longs et abondants.

b) Dans l'eau avec 1/8 °/₀ et des doses plus faibles de sulfate de magnésium :
Axe hypocotylé de 5 cm. de haut.
Racine de 3 cm. de long.
Radicelles insignifiantes.
Poils absorbants longs et abondants.

c) Dans l'eau avec 1/4 °/₀ de sulfate de magnésium :
Axe hypocotylé de 4 cm. de haut.
Racine de 3 cm. de long.
Radicelles insignifiantes.
Poils absorbants presque nuls.

d) Dans l'eau avec 1/2 °/₀ de sulfate de magnésium :
Axe hypocotylé de 2 cm. de haut et mourant.
Racine presque nulle, brune, morte.

e) Dans l'eau avec 1 °/₀ et 2 °/₀ de sulfate de magnésium :
Les plantules ont été tuées dès leur sortie de la graine.

f) Dans l'eau avec 3 ou 4 °/₀ de sulfate de magnésium :
Aucune graine n'a germé.

On voit que, à l'égard du Cresson alénois, le sulfate de magnésium :

1° Est immédiatement mortel à 1 °/₀.

2° Tue les plantules à 1/2 °/₀ après leur avoir permis un léger début de croissance.

3° Empêche la formation des poils absorbants à 1/4 °/₀.

4° Paraît indifférent à 1/8 °/₀ et à des doses plus faibles.

Lupin blanc.

Durée de l'expérience : 9 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 12 cm. de haut.

Racine de 13 cm. de long, blanche.

Radicelles, au nombre de 26 (s'étageant sur environ 8 cm. de longueur), dont 18 de 1 cm. à 1 cm. 1/2 de long, les autres plus petites.

Pas de *poils absorbants*.

b) Dans l'eau avec 1/2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Axe hypocotylé de 8 cm. de haut.

Racine, de 8 cm. de long, blanche, sauf le point végétatif, qui est jaune.

Radicelles, blanches, au nombre de 40, s'étageant sur 5 cm. et ne dépassant pas 4 mm. de longueur.

Pas de *poils absorbants*.

c) Dans l'eau avec 1 °/₀ de sulfate de magnésium :

Axe hypocotylé de 2^{cm},5 de haut.

Racine de 1 cm. de long, jaunâtre, avec le sommet brunâtre et comme rongé.

Radicelles, au nombre d'une dizaine, réduites presque à des pointements brunâtres.

Pas de *poils absorbants*.

d) Dans l'eau avec 2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Germination dans le même état où on l'a mise en expérience, c'est-à-dire complètement arrêtée dans son développement, mais, cependant, ne paraissant pas tout à fait morte.

e) Dans l'eau avec 4 et 3 °/₀ de sulfate de magnésium :

Germination dans le même état où on l'a mise en expérience, mais paraissant morte.

On voit que, chez le Lupin blanc, le sulfate de magnésium :

1° A la dose de 1/2 °/₀, diminue la longueur de l'*axe hypocotylé* et de la *racine* et se montre nocif pour les radicelles.

2° Arrête presque totalement le développement de la plantule à 1 °/₀.

3° Est immédiatement mortel à la dose de 2 °/₀ et au-delà.

Maïs sucré demi-précoce.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Partie aérienne longue de 25 cm. avec une feuille étalée.

Racine de 30 cm. de long.

Radicelles, au nombre de 100 environ, disséminées sur une longueur de 12 cm., les plus longues ne dépassant guère de 1 à 2 cm., les autres — les plus nombreuses — ayant moins de 1 cm. ; deux ou trois, à la partie supérieure, ont jusqu'à 8 cm. de long, elles-mêmes garnies de petites radicelles secondaires.

Pas de *poils absorbants*.

b) Dans l'eau avec 1/2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Partie aérienne de 21 cm. de long, avec une feuille s'épanouissant.

Racine de 14 cm. de long.

Radicelles à peine marquées sous forme de petits pointements.

Pas de *poils absorbants*.

c) Eau et sulfate de magnésium à 1 °/₀ :

Partie aérienne de 20 cm. de long, non épanouie.

Racine de 28 cm. de long (1).

Radicelles réduites à de petits pointements d'au plus un mm. de long.

Pas de *poils absorbants*.

d) Eau et sulfate de magnésium à 2 °/₀ :

Partie aérienne de 18 cm. de long, non épanouie.

Racine de 7 cm. de long.

Ni *radicelles* ni *poils absorbants*.

---

(1) Cette grande longueur tient à ce que le grain mis en expérience était exceptionnellement volumineux.

e) Eau et sulfate de magnésium à 3 °/₀ :

Partie aérienne de 14 cm. de long, non épanouie.

Racine de 6 cm. de long.

Radicelles nulles ou réduites à de vagues traces.

Poils absorbants nuls.

f) Eau et sulfate de magnésium à 4 °/₀ :

Partie aérienne de 14 cm. de long, non épanouie.

Racine de 6 cm. de long.

Radicelles nulles ou réduites à de vagues traces.

Pas de *poils absorbants*.

g) Eau et sulfate de magnésium à 5 °/₀ :

Partie aérienne de 6ᶜᵐ, 5 de haut, fauve, desséchée, manifestement morte.

Racine dans le même état où on l'a mise dans le liquide, blanche, de consistance assez ferme.

h) Eau et sulfate de magnésium à 6 °/₀ :

Partie aérienne de 6 cm. de haut, desséchée, molle.

Racine sans élongation depuis sa mise en expérience, brune, molle.

Le Maïs offre une résistance remarquable à la *toxicité* du sulfate de magnésium, il croît même quand la proportion de ce corps est de 4 °/₀ et semble n'arrêter sa croissance presque complètement que lorsque le composé magnésien est à la dose de 5 °/₀.

S'il ne fait pas mourir les plantules, ce n'est pas cependant qu'il ne puisse leur nuire, même à une dose très faible.

Dès la proportion de 1/2 °/₀ on voit : la partie aérienne un peu diminuée de hauteur ; la racine presque réduite de moitié ; les radicelles arrêtées dès leur sortie de la racine.

Cet effet nocif est encore plus manifeste à partir de 2 °/₀, car les radicelles ne s'y forment plus du tout et la racine est considérablement réduite, ce qui n'empêche pas, d'ailleurs, la partie aérienne de manifester un développement encore sensible, ce qui tient, sans doute, à ce qu'elle tire surtout sa nourriture des matières de réserve du grain, lequel ne laisse pénétrer à son intérieur que l'eau seule ou une solution très diluée de sulfate de magnésium.

Pois.

Durée de l'expérience : 12 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Tige de 26 cm. de long.

Racine de 17 cm. de long.

Radicelles au nombre de 14, s'étageant sur une longueur de 4 cm., dont une de 5 cm. et les autres de 3 à 1 cm.

Poils absorbants sur la racine et les radicelles.

b) Dans l'eau avec 1/2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Tige de 12 cm. de long.

Racine de 14 cm. de long.

Radicelles au nombre de 13, disséminées sans ordre, dont 5 de 4 à 5 cm., 2 de 1 cm., les autres plus petites qu'1/2 cm.

Poils absorbants presque nuls, disséminés çà et là.

c) Dans l'eau avec 1 °/₀ de sulfate de magnésium :

Tige de 13 cm. de long.

Racine de 4^{cm}, 5 de long, avec la pointe jaunâtre et renflée.

Radicelles sous forme d'environ 20 boutons jaunes, renflés, d'environ 1 mm. de haut, en forme de toupie.

Poils absorbants nuls.

d) Dans l'eau avec 2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Tige de 7 cm. de haut.

Racine de 1^{cm}, 5 de long, jaunâtre, renflée depuis le collet jusqu'au sommet.

Radicelles nulles ou réduites à des traces.

Poils absorbants nuls.

e) Dans l'eau avec 3 °/₀ de sulfate de magnésium :

Germination morte immédiatement.

f) Dans l'eau avec 4 °/₀ de sulfate de magnésium :

Germination morte immédiatement.

Cette série de cultures montre que, pour le Pois, le sulfate de magnésium ralentit la croissance à 1/2 °/₀ ; commence à être très nuisible à 1 °/₀ ; tue la racine à 2 °/₀, mais laisse encore un peu croître la gemmule qui n'est complètement anéantie qu'à 3 °/₀ et, *a fortiori*, à 4 °/₀.

Potiron.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 23 cm. de haut.

Racine de 11 cm. de long.

Radicelles au nombre d'une quarantaine, de 8 cm. à 1 cm. de long. Une vingtaine d'entre elles portent, en outre, de nombreuses radicelles de deuxième ordre,

Poils absorbants présents, mais assez inégalement répartis.

b) Dans l'eau avec 1/2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Axe hypocotylé de 8^{cm},5 de haut.

Racine de 10 cm. de long.

Radicelles : 4 de 8 cm. de long et portant elles-mêmes de légers pointements de radicelles ; 10 d'environ 1 cm. ; quelques vagues pointements.

Poils absorbants presque nuls.

c) Dans l'eau avec 1 °/₀ de sulfate de magnésium :

Axe hypocotylé de 7 cm. de haut.

Racine de 10 cm. de long.

Radicelles très inégalement réparties : près du collet, 2 de 6 cm. et 7 cm. ; près du sommet : 4 d'environ 1 cm. ; entre les deux, de vagues pointements de radicelles à peine sensibles.

Poils absorbants nuls.

d) Dans l'eau avec 2, 3, 4 °/₀ de sulfate de magnésium : aucun développement.

Chez le Potiron, donc, le sulfate de magnésium diminue la croissance à 1/2 °/₀ et à 1 °/₀ et devient immédiatement mortel à 2 °/₀.

Ricin sanguin.

Durée de l'expérience : 9 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 20 cm. de haut.

Racine de 20 cm. de long.

Racines adventives au nombre de 5, dont 1 de 15 cm., 2 de 10 cm. et les autres un peu plus courtes.

Radicelles au nombre d'une centaine, s'étageant en une longueur de 11 cm., une dizaine d'environ 4 à 5 cm., une trentaine de 2 à 3 cm., les autres plus petites.

Pas de *poils absorbants.*

Racines et radicelles blanches.

b) Dans l'eau avec 1/2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Axe hypocotylé de 14 cm. de haut.

Racine de 19 cm. de long.

Racines adventives nulles ou mortes (en partie par dessiccation).

Radicelles au nombre d'environ 75, s'étageant sur une longueur de 11 cm., les deux tiers ayant de 1 à 2 cm. de long et les autres plus petites.

Pas de *poils absorbants.*

Racines et radicelles blanches.

c) Dans l'eau avec 1 et 1,5 °/₀ de sulfate de magnésium :

Axe hypocotylé de 7 cm. 1/2 de haut.

Racine de 8 cm. 1/2 de long.

Racines adventives nulles ou mortes.

Radicelles au nombre d'environ 75, s'étageant sur une longueur de 6 cm. et ayant, au maximum, 5 mm. de longueur.

Pas de *poils absorbants.*

Racines et radicelles très légèrement fauves, la plupart de ces dernières avec le sommet brun ou noir.

d) Dans l'eau avec 2 °/₀ de sulfate de magnésium :

Axe hypocotylé de 1 cm. de haut, à surface ridée.

Racine de 2 cm. de long.

Racines adventives à l'état de pointements très bruns.

Radicelles nulles.

Pas de *poils absorbants.*

Racine brunâtre, surtout à la pointe.

e) Dans l'eau avec 3 °/₀ de sulfate de magnésium :

Germination dans le même état que celui où on l'a mise en expérience, mais entièrement brune et comme desséchée; manifestement morte.

f) Dans l'eau avec 4 °/₀ de sulfate de magnésium :

Germination morte, comme dans le cas précédent.

Cette série de cultures montre que chez le Ricin :

1° A la dose la plus faible expérimentée (1/2 °/o), le sulfate de magnésium diminue un peu la croissance de l'*axe hypocotylé* et ne semble pas avoir d'action sur la longueur totale de la *racine* mais, par contre, agit nocivement sur le nombre et la longueur des *racines adventives* et des *radicelles*.

2° Cette action nocive est encore plus manifeste quand la proportion du sulfate de magnésium est de 1 °/o et 1, 5 °/o.

3° A partir de 2 °/o, le sulfate de magnésium ne permet qu'un très faible développement et devient rapidement mortel.

4° A partir de 3 °/o, le sulfate de magnésium est, d'emblée, mortel.

Soleil.

Durée de l'expérience : 10 jours. T° = 26°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 20 cm. de haut.

Racine de 15 cm. de long.

Radicelles, elles-mêmes pourvues de radicelles secondaires : 10 de 8 à 12 cm. ; 15 de 2 à 4 cm. ; une vingtaine d'autres plus courtes.

Poils absorbants nuls.

b) Dans l'eau avec 1/2 °/o de sulfate de magnésium :

Développement identique au précédent (a) sauf que les radicelles sont moins longues et que leur extrémité est brune tandis que, dans l'eau seule, elle est blanche ; à noter aussi que la partie inférieure de l'axe hypocotylé est brune (au lieu d'être blanche).

c) Dans l'eau avec 1 ou 2 °/o, mort immédiate de la jeune plantule.

Il semble donc que chez le Soleil, le sulfate de magnésium est mortel à 1 °/o et légèrement nocif à 1/2 °/o.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

RELATIVES AU SULFATE DE MAGNÉSIUM

Si l'on résume les constatations faites avec les germinations du Cresson alénois, du Lupin, du Maïs, du Pois, du Potiron, du Ricin, du Soleil, on peut dire que le sulfate de magnésium est :

1° Légèrement nocif, presque uniformément à la dose de 1/2 °/o.

2° Mortel à des doses variables suivant les espèces : 1 °/o (Cresson alénois, Lupin blanc, Soleil) ; 2 à 3 °/o (Potiron, Pois, Ricin) ; 4 à 5 °/o (Maïs).

(A suivre)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

C. A. J. A. OUDEMANS. — **Enumeratio systematica fungorum.** La Haye, 1919.

Les botanistes qui essayent de déterminer un Champignon parasite en s'aidant de la connaissance du support ne peuvent utiliser actuellement que des listes incomplètes, d'un usage souvent difficile. D'autre part, ce n'est qu'au prix de fastidieuses recherches que l'on peut avoir une idée du degré de spécialisation d'un Champignon ou de la variété systématique des espèces qui parasitent une autre plante.

Toutes ces difficultés seront aplanies lorsque l'on consultera le nouvel ouvrage d'Oudemans qui constitue un instrument de travail absolument unique, dont la documentation annule les travaux similaires.

Le volume qui vient de paraître sous les auspices de la Société hollandaise des Sciences de Harlem, contient la liste des plantes-hôtes classées dans les 12 premières divisions du système d'Engler et dans une partie de la 13e division du même auteur (Gymnospermes et Monocotylédones). Pour chaque espèce, on a examiné tous les Champignons qui la parasitent. Une bibliographie copieuse permet de se reporter aux travaux originaux ou aux collections d'exsiccata.

Présentés avec cette belle disposition typographique qui fait honneur aux presses de Martinus Nijhoff, quatre volumes grand in-8° vont encore paraître. Il est trop facile de prévoir l'accueil qui leur sera fait : l'utilité d'un tel ouvrage s'impose trop pour qu'on puisse douter de son succès.

Marcel DENIS

LE PRINCE BONAPARTE. — **Notes ptéridologiques.** Fascicules II-1915, III-1916, IV-1917. Paris.

Ces notes contiennent la description d'un certain nombre d'espèces nouvelles :

Dryopteris odontosora, *Asplenium Lavanchiei*, *A. paucifolia*, *A. pseudopellucidum*, *Dryopteris pentagona*, *Leptochilus longiflagellatus*, *Asplenium acutipinnata*, *A. longicaudata*, *A. nigropalaceum*, *A. villosum*, *Stenochlæna cordata*, *S. madagascarica*, *Platycerium diversifolium*, *Doryopteris australiæ*, *Cheilanthes rotunda*, *Asplenium linarifolium* et *Lathyropteris madagascariensis*, type d'un nouveau genre, *Lathyropteris*. Signalons que beaucoup de ces espèces proviennent de Madagascar où elles ont été récoltées par M. Perrier de la Bâthie.

Marcel DENIS

Gain Edmond. — **Précis de Chimie agricole.** 2^{me} édition (un vol. de 510 pages avec de nombreuses figures, chez J.-B. Baillière et fils, 1918).

La première édition de cet ouvrage remonte à vingt-trois ans, le présent volume a donc dû subir une refonte complète pour être au courant des progrès les plus récents de la science et de leurs applications. L'auteur a suivi, à peu près, le plan d'un cours qu'il a professé à Nancy de 1895 à 1912. La chimie agricole est quelque chose de très vaste, les problèmes qu'elle soulève touchent à toutes les questions de l'agronomie générale et par là exigent l'aide des sciences les plus diverses. Quel est le but de l'agriculture ? Il s'agit de la production de matière organique par les végétaux de manière à obtenir les meilleurs rendements possibles. La production de la matière organique est un phénomene chimique ; cette production étant realisée par des plantes, l'agronome se trouve amené à aborder les problèmes les plus ardus de la physiologie végétale. La récolte d'un champ de blé, par exemple, dépend en grande partie des races de graines utilisées ; il faut donc s'occuper des questions de génétique. La nature du sol ramène à la chimie ; les conditions climatologiques font intervenir la météorologie. Le rôle des microbes du sol fait entrer en jeu la bactériologie. Il n'y a pas jusqu'aux mathématiques qui n'aient leur mot à dire à propos de la question si importante du rendement moyen et des aléas possibles dans la marche d'une exploitation agricole. Ces divers problèmes sont examinés dans le livre de M. Gain.

On conçoit la difficulté de l'enseignement de l'agronomie ; deux écueils sont à éviter : ou se cantonner dans la science pure et perdre tout contact avec les applications réelles ou s'en tenir de trop près à la pratique agricole et se noyer dans des détails souvent imprécis, sans aucune idée directrice. Le précis de chimie agricole montre à l'homme de laboratoire que l'agronomie n'est pas un simple empirisme ou une vague science conjecturale : il fait comprendre au praticien que la science la plus rigoureuse peut devenir une auxiliaire précieuse pour l'agriculture. Les doctrines scientifiques sur lesquelles l'auteur s'appuie sont exposées avec autant de précision que dans les leçons de science pure et, en même temps, avec une simplicité d'expression qui les met à la portée de tout lecteur attentif.

L'introduction explique le rôle de la chimie agricole dans la production végétale et indique les diverses questions qui se posent à propos de l'accroissement du rendement des cultures. Après l'introduction viennent cinq parties se rapportant à des sujets distincts : la première partie est un historique des doctrines relatives à la nutrition des plantes cultivées ; la seconde étudie la physiologie de la nutrition des plantes ; la troisième a trait à l'étude du sol à tous les points de vue ; la quatrième a pour objet la fertilisation du sol et les engrais ; la cinquième partie enfin se rapporte à la chimie des produits agricoles et des récoltes. Ainsi, à propos de chimie agricole, cet ouvrage donne un aperçu de l'agronomie entière (abstraction faite, bien entendu, de questions accessoires, comme celle des machines agricoles, de la main-d'œuvre, des conditions commerciales, etc.)

On voit, en lisant ces pages, comment le problème de l'utilisation pratique des richesses végétales du sol peut être abordé dans un esprit réellement et solidement scientifique: on peut remarquer, entre autres, les fécondes applications pratiques que l'agronomie a su tirer de recherches de laboratoire fort éloignées des conditions naturelles, recherches dont les esprits avides de réalisations immédiates méconnaissent trop souvent l'utilité. Jean FRIEDEL

DUNCAN S. JOHNSON. — **The fruit of the *Opuntia fulgida*, a study of perennation and proliferation in the fruits of certain Cactaceæ.**

Ce mémoire consiste en une intéressante étude de développement et d'auto-propagation chez certains fruits d'*Opuntia*.

L'auteur prend comme type l'*Opuntia fulgida* et compare le fruit de cet *Opuntia* avec ceux d'autres Angiospermes desquels il diffère par certaines particularités :

1° Le fruit ne mûrit pas avec la maturation de la graine mais continue à croître activement.

2° Après la maturation de la graine, ce fruit ne se détache pas de la plante mais y reste attaché et continue à croître une année encore.

3° Ces fruits qui restent attachés peuvent donner de leurs bourgeons axillaires d'une à dix fleurs et fruits secondaires. Quelques semaines plus tard, ceux-ci peuvent à leur tour donner des fleurs et fruits tertiaires. Ces trois et même quatre générations peuvent être produites en une seule saison de trois ou quatre mois.

4° Si le fruit d'*Opuntia fulgida* se sépare de la plante-mère et tombe sur le sol humide, il donne un point végétatif et des racines mais pas de fleurs. Finalement l'embryon des graines mûres garde son pouvoir germinatif pendant plusieurs années.

Le fruit de cet *Opuntia* rappelle celui des Myrtacées, toutefois il en diffère notablement : les fruits d'*Opuntia* sont plus anormaux.

L'auteur a pu observer que la germination des graines se fait difficilement dans les conditions naturelles. Il a cependant obtenu des germinations dans le laboratoire soit en terre, soit sur papier filtre.

L'auteur conclut que la propagation par graines de certains *Opuntia* est remplacée par celle des fruits qui, une fois tombés, peuvent s'enraciner et donner de nouveaux individus. Mme Valentine GATIN

L.-A. MALMANCHE. — **Contribution à l'étude anatomique des Eriocaulonacées et des familles voisines : Restiacées, Centrolepidacées, Xyridacées, Philydracées, Mayacacées.** *Thèse Fac. Sc.* Paris, 1919.

Ce mémoire comprend deux parties. Dans la première l'auteur fait l'étude anatomique des différents organes végétatifs d'un certain nombre de genres et d'espèces appartenant à la famille des Eriocaulonacées.

Il résulte de cette étude que les meilleurs caractères anatomiques au point de vue taxinomique sont offerts par la hampe florale. L'examen histologique comparatif des hampes florales de diverses Eriocaulonacées et des Restiacées permet à l'auteur de séparer définitivement ces deux familles souvent réunies par divers auteurs.

Les principaux caractères anatomiques qui distinguent ces deux familles sont les suivants :

1° La présence de deux cercles alternes de faisceaux libéro-ligneux séparés l'un de l'autre par l'endoderme, bien différencié chez les Eriocaulonacées, tandis qu'il n'existe qu'un seul cercle de faisceaux dans le cylindre central chez les Restiacées. De plus, dans cette dernière famille, l'endoderme n'est jamais différencié.

2° L'existence chez les Eriocaulonacées d'une écorce divisée en deux sortes de tissus : un tissu de soutien disposé par bandes rayonnantes et, entre ces bandes, un deuxième parenchyme assimilateur formé de cellules étoilées ou de parenchyme lacuneux. Chez les Restiacées, au contraire, il n'existe qu'une seule sorte de tissu assimilateur palissadique formant un anneau continu.

La hampe florale des Eriocaulonacées porte des côtes. La situation des bandes de tissu de soutien par rapport aux côtes, leur sclérification plus ou moins prononcée ou leur état cellulosique, la présence ou l'absence de diaphragme, la lignification nulle ou parfois très accentuée de l'endoderme, la symétrie radiale ou bilatérale de l'organe, le nombre des bandes rayonnantes, la forme des poils ont permis de plus à l'auteur d'établir une classification des espèces appartenant aux genres *Triaucolon*, *Mesanthemum* et *Papalanthus*. Dans beaucoup de cas, les caractères anatomiques concordent bien avec les caractères morphologiques.

Dans la deuxième partie du mémoire, l'auteur se sert des caractères anatomiques de la hampe florale pour établir des comparaisons entre les familles des Restiacées, Centrolepidacées, Xyridacées, Philidracées et Mayacacées, souvent confondues entre elles par les divers auteurs.

Toutes ces familles possèdent des particularités suffisantes pour faire de chacune d'elles une famille bien déterminée.

Mme Valentine Gatin

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Un nouveau périodique vient d'être fondé sous le nom de « *Journal of Indian Botany* ». Ce journal se propose de publier les travaux de Botanique relátifs à l'œcologie, à la physiologie et à l'histologie des végétaux de l'Inde ; il contiendra de plus des compte-rendus de travaux concernant la flore de cette région et publiés dans d'autres périodiques. Le premier numéro vient de paraître en septembre 1919 ; un numéro sera publié chaque mois. Les demandes d'abonnement doivent être adressées à P. F. Fyson, Esq., Hon. editor, *Indian Journal of Botany*, The Baobab, Teynampet, Madras, India. Prix de l'abonnement : Inde, 10 R. s. ; étranger. 10, 8 R. s.

*
* *

M. Parmentier, Professeur de Botanique agricole à la Faculté des Sciences de Besançon, est nommé à la chaire de Botanique de cette même faculté, vacante à la suite de la retraite de M. Magnin.

*
* *

M. Bertrand est nommé Professeur de Botanique appliquée à la Faculté des Sciences de Lille.

*
* *

Un concours aura lieu le 31 Mai 1920 devant la Faculté de Médecine de Paris, pour la nomination d'un Professeur d'Histoire naturelle à l'Ecole de Médécine et de Pharmacie de Caen.

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. Le Gérant : Henri Bouloy

ÉTUDES D'HÉRÉDITÉ
SUR LA RÉVERSION D'UNE RACE DE *PLANTAGO MAJOR*

par M. S. IKENO

Le Plantain commun ou *Plantago major*, herbe qui croît fort communément en Europe, se trouve aussi au Japon, ainsi qu'une de ses variétés : *asiatica*. Chez nous, il y a de plus, quelques races que l'on cultive rarement dans les jardins. Depuis longtemps, je m'occupe de l'étude de leur hérédité, et, quoique mes recherches ne soient pas encore bien complètes, je veux faire dans cette note un exposé sommaire des résultats obtenus concernant une race à laquelle

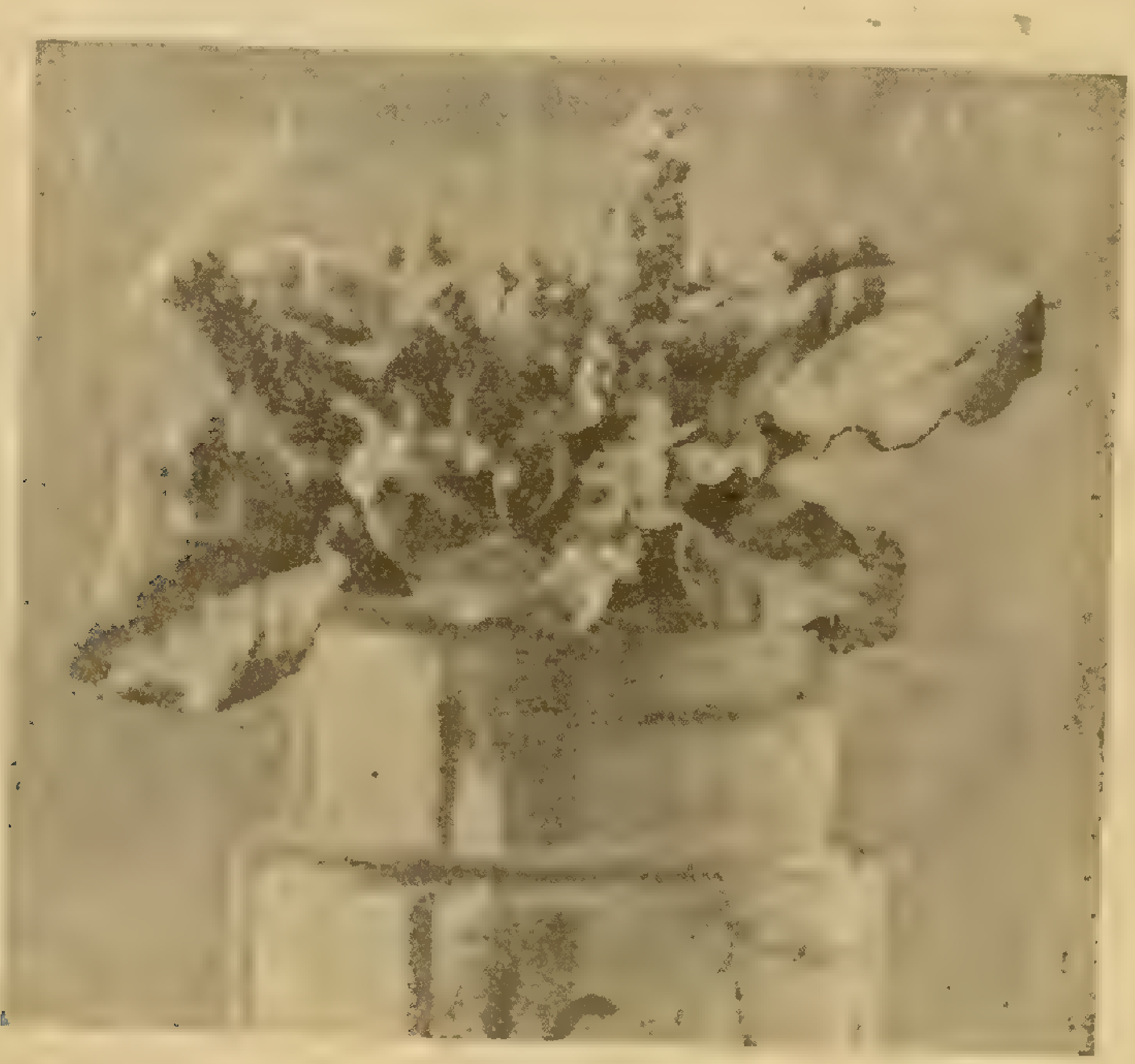


Fig. 1. — *Plantago major*, race *contracta*.

M. M. Makino a donné le nom de « *contracta* » (1). Comme le Plantain commun (appelé « *typica* » ci-après) est connu par tout le monde, il ne sera pas nécessaire de décrire ici en détail sa forme, peut-être suffira-t-il de dire seulement qu'il constitue une herbe robuste avec des feuilles radicales largement ovales, produisant quelques épis longuement pédonculés. La race *contracta* est, au contraire, une herbe chétive dont la forme est très différente de celle de la race *typica*, comme on le voit dans la photographie ci-contre : les feuilles sont à peu près rondes au lieu d'être ovales, beaucoup plus petites et plus épaisses que chez le type ; de plus, les épis sont très courts et ont des fleurs fort petites.

Le croisement entre les deux races susdites, soit *typica* × *contracta*, soit son réciproque, donne toujours naissance à des hybrides qui sont apparemment tout à fait semblables aux individus de la race *typica*, c'est-à-dire que la forme de celle-ci est *dominante* et celle de l'autre est *récessive* au sens mendélien. L'autofécondation de ces hybrides F_1 fournit la postérité F_2, qui renferme des plantes de la forme *typica* et de la forme *contracta* en proportion relative de 3 : 1, soit,

	TYPICA	*CONTRACTA*	TOTAL
	2525	826	3351
soit,	3,014	0,986	4,000.

On peut conséquemment désigner la race *typica* par la formule *AA*, la race *contracta* par *aa*, l'hybride F_1 par *Aa*, *A* indiquant le facteur pour la forme *typica*, et *a* celui pour la forme *contracta*. En F_2, on voit la disjonction mendélienne la plus simple, et nous obtenons les individus 1 *AA* + 2 *Aa* + 1 *aa*, ou 3 *typica* et 1 *contracta*, comme il a été signalé plus haut.

Ce qui est le plus remarquable concernant la dernière race pure, c'est qu'elle ne se reproduise pas toujours telle quelle, même par l'autofécondation ; elle produit fréquemment, outre les individus de son type, un petit nombre d'individus appartenant à l'autre type. Ce phénomène curieux est ce que l'on appelle la « *réversion* » dans la science de l'hérédité, ce qui signifie le retour d'une race à la forme d'où elle tire son origine ; ici sans doute la race *contracta* a été produite antérieurement de la race *typica* par le processus de mutation (1). Le sujet de ma présente note concerne principalement ce phénomène (2).

---

(1) *The Botanical Magazine*, Tokyo, Vol. 21, 1907, p. 158.

Le nombre des plantes *typica* provenant de l'autofécondation d'une plante *contracta* ou le « coefficient de mutation » peut varier de 0,5 à 10 %, soit à peu près 3 % en moyenne, comme on le voit dans le tableau suivant :

TABLEAU I

CONTRACTA	*TYPICA*	TOTAL	*TYPICA* P. CENT
196	1	197	0,5
186	2	187	1,0
50	1	51	2,0
47	1	48	2,1
45	1	46	2,2
174	5	179	2,7
27	1	28	3,7
104	5	109	4,5
16	1	17	5,9
90	8	98	8,1
10	1	11	10,0
Total 845	27	872	0, 3 (= moyenne)

Comment cette réversion a-t-elle lieu ? La solution de ce problème exige la culture des générations ultérieures, et voici les résultats de l'autofécondation de trois de ces plantes nées par réversion :

---

(1) Dans la plantule de la race *contracta*, on peut observer rarement que la première feuille qui suit les cotylédons prend une forme entièrement semblable à celle de la race *typica* ; de plus, j'ai pu observer une fois une feuille mosaïque, dont la moitié était de type *contracta* et l'autre moitié de type *typica*. Peut-être peut-on dire dans ces cas que les feuilles ont subi, soit entièrement, soit partiellement, une réversion à la forme *typica*.

(2) La réversion a été étudiée jusqu'à aujourd'hui dans un petit nombre de cas ; il existe l'étude de M. de Vries sur *Antirrhinum majus* (*Die Mutationstheorie*, I, p. 494) ; celle de M. Correns sur *Mirabilis Jalapa* (*Ber. d. Deutsch. Bot. Ges.*, Bd. 28, 1910, pp. 418-434) ; celle de M. Emerson sur le Maïs (*Amer. Nat.*, Vol. 51, 1914, pp. 87-115 ; *Genetics*, Vol. 2, 1917, pp. 1-35) ; ma propre étude sur *Plantago major* (*Ibid.*, Vol. 2, 1917, p. 413) ; celle de M. Terao sur le Riz (*Amer. Nat.*, Vol. 51, 1917, pp. 690-698).

TABLEAU II

	TYPICA (1)	*CONTRACTA*	TOTAL
	45	15	60
	119	35	154
	187	60	247
Total. .	351	110	461
Soit . .	3,046	0,954	4,00

On voit que chaque plante *typica* née par réversion éprouve par l'autofécondation une disjonction mendélienne, donnant une postérité composée des plantes *typica* et *contracta* en proportion 3 : 1 ; elle n'est donc pas un homozygote *AA*, mais elle est réellement un hétérozygote *Aa*, dont la forme est tout à fait semblable à l'homozygote *AA*, conformément à la règle de dominance de *A* sur *a*. Si on emploie les termes de la science de l'hérédité, on pourra dire que la plante de la forme *typica* en question a *phénotypiquement* la forme de *AA*, mais est *génotypiquement* égale à l'hybride F_1 formé par le croisement *typica* × *contracta* ou son réciproque, c'est-à-dire qu'elle a la constitution *Aa*. La réversion ne fournit pas ainsi directement la plante *typica* homozygote (ou *AA*), et on ne peut obtenir celle-ci qu'au moyen de l'autofécondation de l'hétérozygote née par réversion. Le tableau suivant indique les détails de la réversion et les résultats des cultures ultérieures.

Contracta (*aa*)
- *Contracta* (*aa*)
- *Typica* hétérozygote (*Aa*)
  - 2 *typica* hétérozygote (*Aa*)
  - 1 *typica* homozygote (*AA*)
  - 1 *contracta* (*aa*)

On voit par tout ce qui précède que la production de la plante *typica* à partir de la plante *contracta* n'est en dernier lieu que le changement de *aa* en *Aa*, ou, en d'autres termes, celui d'un des deux facteurs *a* possédés par la dernière race en *A*. Le problème suivant se présentera alors naturellement : à quel stade du développement de chacune de ces plantes ce changement se produit-il ? D'après les théories courantes concernant la mutation d'*Œnothera*, on suppose que le changement s'accomplit pendant la cinèse de maturation, et cela au stade que les cytologistes appellent « synapsis. » Or, selon mon avis, il peut en être ainsi chez le *Plantago* en réversion, mais il n'en est pas moins probable que ce changement a lieu quelquefois, sinon toujours, dans le tissu végétatif, quelque temps avant le processus de la réduction chromatique, bien que le résultat final soit précisément de même tant dans le premier que dans le second cas.

---

(1) L'autofécondation de ces plantes *typica* nous a indiqué qu'elles sont composées de deux parties de *Aa* et une partie de *AA*.

1° Nous traiterons en premier lieu le cas où la mutation s'accomplit dans le tissu végétatif. Supposons, par exemple, qu'elle ait lieu dans l'ébauche de l'épi ; alors une petite partie du tissu de ce dernier est composée de cellules contenant les deux facteurs A et a, tandis que le reste est composé de celles contenant a exclusivement. Après que ce changement a eu lieu, un certain nombre de divisions cellulaires se succèdent dans ces tissus, soit changés, soit non changés, qui conduisent enfin à la formation des fleurs sur l'épi. Or, lors du développement des cellules-mères du pollen dans les étamines de ces fleurs, celles qui tirent leur origine du tissu Aa contiennent les deux facteurs A et a, tandis que celles qui dérivent du tissu aa contiennent exclusivement le facteur a, d'où on déduit que chaque cellule-mère du pollen de la première sorte se divisera en deux grains contenant A et deux contenant a, et que chaque cellule-mère de la seconde sorte se divisera en quatre grains dont chacun contient a. Si l'on désigne par x le nombre des cellules-mères de la première sorte et par 1-x celui de celles de la seconde, on aura pour la somme de ces deux sortes de gamètes :

$$x\,(2A + 2a) + (1 - x)\,4a = 2\,[x A + (2 - x)\,a],$$

ou simplement, $xA + (2 - x)\,a$, si l'on considère la somme des gamètes égale à 2.

Un raisonnement très analogue est applicable au cas du développement du sac embryonnaire et de l'oosphère. Bien que je n'aie pas encore étudié le mode de leur développement chez les *Plantago*, supposons qu'après les deux bipartitions successives d'une cellule-mère du sac embryonnaire, les trois tétrades se désorganisent et qu'une seule se transforme en un sac. On peut voir aisément que le sac provenant de la cellule-mère Aa renferme tantôt A (cas α), tantôt a (cas β), tandis que celui qui dérive de la cellule non-changée, contient toujours le facteur a. Si l'on désigne par x le nombre des cellules-mères de la sorte Aa et par $1 - x$ celui de celles de la sorte aa, les expressions :

$$xA + (1 - x)\,a \text{ et } xa + (1 - x)\,a = a$$

désigneront la somme des sacs dans les deux sortes respectivement. De plus, comme un sac embryonnaire produit une seule oosphère, les mêmes expressions peuvent servir aussi à désigner la somme des oosphères dans les deux sortes respectivement.

Les résultats de la fécondation de ces oosphères par les cellules sexuelles mâles exprimées par $xA + (2 - x)\,a$ (voir ci-dessus) sont donc

$$[xA + (1 - x)\,a] \times [xA + (2 - x)\,a] \quad \text{pour le cas } \alpha \qquad (1)$$

et

$$a \times [xA + (2 - x)\,a] \quad \text{pour le cas } \beta \qquad (2)$$

Comme il n'y a aucune raison pour que les fécondations dans ces deux cas ne soient également probables, l'addition simple de ces deux expressions donnera la somme des individus de toutes les sortes possibles qui peuvent être alors produits : savoir,

$$[xA + (1 - x)\,a] \times [xA + (2 - x)\,a] + a \times [xA + (2 - x)\,a] = [xA + (2 - x)a]^2$$
$$= x^2\,AA + 2x\,(2 - x)\,Aa + (2 - x)^2\,aa \qquad (3)$$

D'après cette équation, on voit que les plantes de la forme *typica* nées par réversion doivent théoriquement renfermer, non seulement les hétérozygotes *(Aa)*, mais encore les homozygotes *(AA)*. Or, je viens de signaler ci-dessus que toutes les plantes de cette forme produites par réversion se sont montrées hétérozygotes au moyen de l'autofécondation, fait qui semble apparemment en contradiction avec la théorie, mais qui n'en est pas moins théoriquement très admissible. En effet, on a vu dans l'équation (3), que le résultat de la fécondation peut être exprimé par l'expression $[xA + (2 - x)\,a]^2$, où on a $A = x$ et $a = 2 - x$: si on place, par exemple, $x = 3\,\%$, soit 0, 03, nous avons $A = 0,03$ et $a = 1,97$, donc $a : A = 66 : 1$ (à peu près), c'est-à-dire que nous n'avons qu'une seule gamète A contre à peu près 66 gamètes a, et aussi n'y aura-t-il théoriquement qu'une seule chance de fécondation de la forme $A \times A$ contre $2 \times 66 = 132$ des fécondations $a \times A$ et $A \times a$; on peut donc négliger le terme $x^2 AA$ dans cette équation et l'on a généralement pour le résultat de la fécondation $(2 - x)^2 aa + 2x(2 - x) Aa$. Si $x = 0,03$, nous avons pour le coefficient de mutation $\frac{2x(2 - x)}{2x(2 - x) + (2 - x)^2}$ à peu près 3 $^{0}/_{0}$, ce qui correspond à sa moyenne (v. Tableau I).

Or, on peut maintenant se demander si la production des homozygotes *AA* par réversion sera absolument impossible dans notre cas, puisque nous ne les avons jamais rencontrés encore. M. Stomps (1) a prouvé que, lors de la mutation d'*Œnothera Lamarckiana*, la fécondation a lieu généralement entre une gamète changée et une autre non changée, conduisant à la production d'une « demi-mutante » *O. semigigas* contenant $14 + 7 = 21$ chromosomes, mais que très rarement elle a lieu entre les deux gamètes changées et donne naissance à *O. gigas* contenant $14 + 14 = 28$ chromosomes ; de plus, l'auteur hollandais a évalué le coefficient de mutation d'*O. semigigas* à 0, 6 $^{0}/_{0}$ et celui d'*O. Gigas* à 0,0009 $^{0}/_{0}$. En ce qui concerne *Plantago*, je crois qu'il en est de même que dans le genre *Œnothera*, et je suis de l'avis que la fécondation *AA* peut se produire exceptionnellement et que, conséquemment, les homozygotes *AA* pourraient être quelquefois rencontrés ultérieurement.

2° Passons ensuite au cas où la mutation a lieu au stade de synapsis. Selon les théories courantes inaugurées par les savants comme Grégoire, Guignard, Strasburger, etc., les chromosomes paternels et maternels correspondants se conjuguent par paire dans ce stade ; ainsi, par exemple, chez *Plantago contracta*, le chromosome maternel contenant le facteur *a* se conjugue avec le chromosome paternel contenant le même facteur. Supposons que par mutation le facteur *a* contenu dans un chromosome de cette paire se change en *A*. On pourra voir facilement que parmi les quatre tétrades engendrées après la division homéotypique de cette cinèse de maturation, les deux contiennent chacune un facteur *A* et les deux autres chacune un facteur *a*, de sorte que d'une cellule-mère du pollen se développent les deux grains *A* et les deux grains *a*, ce qui est tout à fait semblable à ce que nous avons vu dans le premier cas : aussi peut-on désigner la somme des gamètes changées et non changées par l'expression usitée dans le même cas, savoir $xA + (2 - x) a$. De plus, concernant la formation du sac embryonnaire et de l'oosphère, tout ce que nous avons signalé dans le 1^er^ cas peut être aussi appliqué presque sans aucun changement. En effet, comme les trois tétrades se désorganisent lors de la formation du sac embryonnaire, celui-ci, et conséquemment l'oosphère, renferment tantôt A, tantôt a et le raisonnement tout à fait semblable à ce que j'ai signalé concernant le 1^er^ cas nous conduit aux expressions

---

(1) *Ber. d. Deutsch. Bot. Ges*, Bd. 30, 1912, p. 406-416.

$$xA + (1 - x)a \text{ et } xa + (1 - x)a = a,$$

qui désignent le nombre des oosphères dans les deux cas possibles. Les résultats de leur fécondation par les gamètes mâles $xA + (2 - x)a$ sont respectivement

$$[xA + (1 - x)a] \times [xA + (2 - x)a]$$

$$\text{et} \qquad a \times [xA + (2 - x)a],$$

et la somme de ces deux expressions est égale à

$$x^2AA + 2x(2 - x)Aa + (2 - x)^2aa.$$

L'expression dernière s'accorde parfaitement avec ce que l'on a vu dans l'équation (3) du 1^er^ cas, et conséquemment tout ce que l'on en a dit s'applique ici.

Somme toute, on peut dire que le résultat final de la fécondation est précisément le même tant dans le premier que dans le second cas.

L'union des gamètes changées avec d'autres ne subissant aucun changement est la cause de la réversion dans nos plantes, comme nous l'avons signalé ci-dessus ; celle-ci est par conséquent une « demi-mutation » ou une « mutation hybride » dans le sens des mots créés par M. de Vries concernant le genre *Œnothera*.

La réversion décrite ci-dessus est une mutation due au changement de a en A, entraînant le passage de l'état récessif à l'état dominant. La mutation contraire, c'est-à-dire le changement de A en a, entraînant le passage de l'état dominant à l'état récessif, ne manque pas pourtant dans *Plantago*, puisque j'ai pu observer maintes fois de tels phénomènes. La description détaillée de cette mutation, qui sera non moins intéressante que la réversion, sera consignée dans un mémoire ultérieur.

LE CAPITULE
DU *MARCHANTIA POLYMORPHA*
EXPLIQUÉ
PAR LEITGEB ET SES DISCIPLES

par M. Ch. DOUIN

> « Quand on travaille sur les connaissances humaines, on a souvent plus d'erreurs à détruire que de vérités à établir ; mais il ne faut que du temps et les erreurs passeront avec ceux qui les défendent ».
>
> CONDILLAC

Dans le petit coin de la Botanique où depuis longtemps je me suis spécialisé, j'ai vite reconnu que beaucoup de travaux n'étaient que superficiels et nullement le résultat de recherches approfondies.

Le livre de la Nature est toujours grand ouvert ; mais il ne suffit pas de savoir le lire, il faut encore comprendre ce qu'on lit. Et, pour y arriver, une simple lecture à première vue est bien loin de suffire.

Aujourd'hui, je me propose d'apprécier les idées de Leitgeb sur les Marchantiées en général et sur le *Marchantia polymorpha* L. en particulier.

I Composition du capitule des Marchantiées.

On sait que Leitgeb (1) considère le capitule ♀ et certains appareils ♂ de diverses Marchantiées comme formés par la coalescence de plusieurs thalles (ou ramifications de thalles) développés solidairement, c'est-à-dire que ces appareils sont formés par un « *Zweigsystem* » ou un « *Verzweigungssystem* » pour employer les expressions allemandes. On sait aussi que la classification des Marchantiées est basée là-dessus. On sait enfin que c'est surtout l'étude du *Marchantia polymorpha* qui a servi de base à sa théorie ; c'est du moins ce qu'indiquent les caractères qu'il met en avant : sporogones en séries radiales et de différents âges, capitules ♀ pourvus de rayons à la périphérie, etc., caractères qui sont presque spéciaux au g. *Marchantia*, malgré de vagues ressemblances que Leitgeb a cru découvrir dans quelques autres genres.

---

(1) H. LEITGEB. Die Infloreszenz der Marchantiaceen, in dem LXXXI Bande der *Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.* I, Abth. Jahrg. 1880 ; — *Untersuchungen über die Lebermoose*. Heft VI, 1881.

Je vais montrer que, si les idées de Leitgeb *sur la composition* du capitule des Marchantiées sont *en partie* exactes, il n'en est plus de même de ses explications. Et à ce sujet, je ferai remarquer que, lorsqu'un principe quelconque a été formulé par un auteur, le meilleur moyen à employer pour en vérifier l'exactitude, c'est de lui faire rendre tout ce qu'il peut donner, c'est d'en tirer toutes les conséquences qui en découlent forcément, comme je le ferai tout à l'heure pour la « *Scheitelkante* » des Marchantiées et le *repli capitulaire* du *M. polymorpha*. Si parmi les faits correctement déduits, il s'en trouve d'inexacts ou d'absurdes, c'est que le principe lui-même est inexact ou absurde, ou tout au moins qu'il manque de généralité.

II. Les explications de Leitgeb sur le capitule du *M. polymorpha* et leurs conséquences.

Le capitule ♀ du *M. polymorpha* se compose normalement de huit thalles soudés ; entre ceux-ci se trouvent des sinus ou angles rentrants *près du sommet desquels, et par suite sur les lignes de soudure de deux thalles successifs, naissent dorsalement des points végétatifs qui donnent autant de thalles fructifères* ; *ces derniers s'allongent d'abord comme les thalles voisins en produisant des archégones successifs* qui donnent des sporogones de différents âges.

Ensuite, *les bords du jeune capitule se replient sous sa surface inférieure en s'y soudant ;* par suite de ce repli, *à la périphérie, les thalles capitulaires se continuent en formant les rayons, pendant que les thalles fructifères rampent sous le capitule en s'y soudant aussi ; ils se dirigent vers le pédoncule en continuant à donner des archégones et sporogones successifs*. Il résulte de ce qui précède que *les sporo-*

gones, d'abord en séries radiales centrifuges, se trouvent finalement en séries radiales centripètes, c'est-à-dire que les sporogones les plus jeunes *qui étaient à la périphérie* se trouvent maintenant dans le voisinage du pédoncule, tandis que les plus âgés sont à la périphérie, avec des sporogones intermédiaires entre ces deux extrêmes.

Et parmi les rayons et thalles ci-dessus, il y a un *thalle devenu rayon,* le postérieur (celui qui se trouve du côté des sillons pédonculaires), qui est coupé suivant sa ligne médiane et longitudinale par le plan de symétrie du capitule ; et *un autre thalle, l'antérieur* (celui qui regarde la base du thalle stérile), *qui s'est bifurqué* en donnant deux rayons que sépare également ce même plan de symétrie.

Toutes les explications soulignées ci-dessus constituent des erreurs ainsi que nous allons le voir.

III. Réfutation des erreurs leitgébiennes.

1° *Théorie de Leitgeb.* — Tout d'abord, est-ce bien une théorie ? — Non, il y a là des faits exacts. Cette idée de Leitgeb que certains appareils ♂ et ♀ de diverses Marchantiées sont formés de plusieurs thalles est indiscutable pour quelques-uns et peut être démontrée pour tous les appareils ♀ : c'est ce que Leitgeb a oublié de faire, ou plutôt, il a essayé de prouver le contraire.

2° *Etude du* M *polymorpha.* — Le *M. polymorpha* appartient à un genre bien distinct de toutes les autres Marchantiées : c'était le plus mauvais exemple que l'on pût prendre pour en faire l'objet d'une généralisation s'appliquant à tout le groupe. En effet, dans les Marchantiées, il y a *plusieurs types de capitules radicalement différents les uns des autres* à tous les points de vue : constitution thalliforme ou non, disposition des poils absorbants et des cavités pilifères, etc. Le type *Marchantia* ne convient même pas à toutes les espèces appartenant à l'ancien genre de ce nom, attendu que les espèces du genre *Marchantiopsis* Ch. et R. Douin (1) doivent en être exclues. Il s'accorde en partie avec le genre *Preissia* et encore assez imparfaitement, et avec quelques autres genres tout à fait accidentellement, soit avec deux genres à peine sur les vingt que renferme le groupe. Il n'est pas besoin d'être grand clerc pour affirmer qu'une généralisation basée sur un type plutôt exceptionnel ne peut conduire qu'à des erreurs.

---

(1) Ch. et R. Douin. Le *Reboulia,* in *Rev. gén. de Bot.*, 1918, p. 135.

3° *Certains genres de Marchantiées ont un capitule formé de plusieurs thalles* (compositeae), *tandis que les autres ont un capitule formé d'un seul thalle* (simplices). — L'énoncé ci-dessus est la base de la classification leitgebienne des Marchantiées, adoptée par Schiffner (1), Boulay (2), Müller (3), Massalongo (4) et Stephani (5), pour ce dernier, autant du moins qu'on en peut juger par la succession des genres. J'avoue n'avoir jamais rien compris à ces deux groupes, et il n'est pas douteux qu'il en est de même de tous les hépaticologues. Aucun d'eux n'a jamais su distinguer une *Compositée* d'une *Simplice,* et Leitgeb lui-même n'y comprenait pas davantage. La règle qu'il donne n'est ni exacte, ni exclusive aux *Compositées :* elle ne vaut rien ni pour le *Fegatella,* ni pour le *Fimbriaria Californica :* par contre, elle exclut le *Peltolepis* qui, incontestablement, est bien une *Compositée.*

En effet, pourquoi le capitule du *Bucegia* serait-il formé de plusieurs thalles, tandis que celui du *Reboulia* qui en diffère peu n'en aurait qu'un ? Pourquoi, toujours d'après Leitgeb, le *Peltolepis,* dont le pédoncule a deux sillons, aurait-il un capitule d'un seul thalle, pendant que le *Fegatella,* qui n'a qu'un seul sillon pédonculaire, aurait un capitule de plusieurs thalles? Pourquoi le *Lunularia* serait-il une *Compositée,* pendant que le *Sauteria,* dont le capitule est très voisin, ferait partie des *Simplices ?* Pourquoi ce même capitule du *Lunularia,* quoique très simple et sans stomates, serait néanmoins plurithallin, pendant que le capitule du *Fimbriaria* beaucoup plus parfait (présence de stomates, de périanthes, etc.) serait monothallin? Pourquoi enfin le *Corbierella* (6) qui est la plus inférieure de toutes les Marchantiées par son appareil ♀ subsessile, ses involucres dressés, l'absence de sillon pédonculaire, les poils absorbants dispersés sous la partie inférieure du disque ♀, etc. serait-il une *Compositée*, d'après les principes de Leitgeb, pendant que le *Grimaldia* qui a une organisation beaucoup plus élevée serait une *Simplice?* — Je sais bien que Leitgeb a essayé de justifier ses dires par certaines règles et diverses hypothèses; mais il n'a démontré ni les unes, ni les autres. Si la règle concernant les anthéridies en séries centrifuges est évidente ou à peu près, il n'en est plus de même de la plus importante, relative aux archégones groupés par places.

---

(1) V. Schiffner, Hepaticæ, in Engler et Prantl, *Pflanzenfamilien,* p. 28.

(2) N. Boulay. Muscinées de la France, II. Hépatiques, pp. 179 et suivantes.

(3) K. Müller. *Loc. cit.,* p. 225 et suivantes.

(4) C. Massalongo. Le Marchantiaceæ della Flora Europa, in *Atti del Reale Instituto Veneto di scienze, lettere ed arti,* t. LXXV, parte seconda, p. 691 et suivantes.

(5) F. Stephani. *Sp. hep.* I, pp. 64-195.

(6) Douin et Trabut. Deux plantes peu connues, in *Rev. gén. de Bot.,* 1919, p. 321.

Quant à ses hypothèses, au sujet du *Peltolepis* (pour expliquer pourquoi le capitule est formé d'un seul thalle malgré les deux sillons du pédoncule) et du *Preissia* (pour expliquer pourquoi les sporogones sont presque toujours disposés tangentiellement et non radialement), ce ne sont que des affirmations sans preuve, démenties par l'observation. En effet, il ne faut pas l'oublier, le moindre fait contradictoire bien constaté suffit pour jeter par terre l'hypothèse la plus subtile, la théorie la mieux établie. Il nous arrive parfois de qualifier d'aberrant un genre qui ne veut pas se plier à nos conceptions, au lieu d'avouer notre ignorance; c'est ce que font Leitgeb et Massalongo (1) au sujet du *Peltolepis* : « Aberrante sotto tale riguardo è il gen. *Peltolepis* per il peduncolo del ricettacolo o carpocefalo, fornito invece di due solchi riziferi. »

Indiscutablement, le *Peltolepis* n'a absolument rien d'aberrant : c'est au contraire un genre à organisation assez élevée quoique très spéciale; il se place tout naturellement à côté et immédiatement au-dessous des autres genres à deux sillons pédonculaires.

Pourtant, si l'on s'en tient aux idées et découvertes de Leitgeb, tous les capitules sans exception sont formés de plusieurs thalles. Je dirai plus : chaque thalle, même stérile, n'est en réalité qu'une agglomération de thalles simples placés côte à côte et se développant solidairement. En effet, d'après Leitgeb (2), le thalle stérile s'accroît, non par une cellule terminale unique comme c'est la règle dans les *Hépatiques*, mais par un ensemble de cellules formant une crête végétative terminale, une « Scheitelkante » pour employer l'expression allemande.

---

(1) C. Massalongo. *Loc. cit.*, p. 680.

(2) Leitgeb. *Loc. cit*, Heft VI, p. 2.

Inutile de dire que cette Scheitelkante n'est contestée par personne : Janczewski (1) l'a constatée après Leitgeb : Kny (2) dit qu'il en a vérifié l'existence ; Schiffner (3) en parle comme d'une chose absolument sûre. Voici comment Müller décrit la structure et le mode de fonctionnement de la Scheitelkante des Marchantiées (4) : « Die andere häufige Art der Zellnenbildung erfolgt durch *eine Anzahl gleichgestalteter Zellen, die parallel neben einander liegen.* Man spricht in diesem Falle von einer Scheitelkante. Sämtliche Ricciaceen und *Marchantiaceen besitzen eine solche* » Ainsi le sommet végétatif du thalle stérile est formé de *plusieurs cellules semblables, placées horizontalement, côte à côte et parallèlement :* c'est une crête végétative terminale ou Scheitelkante.

« Ein Schnitt parallel der Unterlage zeigt zahlreiche *(bis 20) völlig gleichwertige* Zellen die gleichlaufend neben einander liegen. Jede dieser Zellen ist imstande, Segmente abzuteilen. »

De plus, cette crête est formée de cellules nombreuses (jusqu'à 20) *complètement de même valeur ; et chacune d'elles est apte à se segmenter.*

« Die keilförmige Scheitelzelle sondert *nach oben und unten* Segmente ab. Ebenso trennen keilförmige Scheitelzellen *nach links und rechts* Segmente ab. » Enfin, ces cellules de la crête végétative terminale peuvent se diviser successivement *en dessus et en dessous, à droite et à gauche.*

En résumé, *chacune* des cellules de cette Scheitelkante, pouvant se diviser dans les quatre sens, se conduit comme un véritable *point végétatif* dont l'unique cellule terminale se trouve aussitôt noyée au milieu de ses cellules-filles.

Mais alors, que devient la fameuse Scheitelkante ? — Elle est à peine née qu'elle disparaît évanouie, transformée ; par suite, *il est absolument impossible d'en prouver l'existence* puisque, si elle était réalisée aujourd'hui, elle n'existerait plus demain. Ce simple argument rend déjà son existence fort problématique. Chaque cellule de cette crête va former à elle seule un thalle simple ; celui-ci se soudera avec ses deux voisins : la raison en sera donnée plus loin (voy. 7°) ; par suite, le thalle stérile complet, qui est l'intégrale de ces thalles simples, sera en réalité formé de plusieurs thalles dans sa partie médiane. Or, d'après tous les Scheitelkantiens, *le pédoncule est la suite directe du thalle et de sa partie moyenne.* En effet, Leitgeb dit (1) : « Er (le pédoncule) stellt die directe Fortsetzung des Laubrandes » ; Kny (2) écrit : « Der Stiel ... bildet die unmittelbare Fortsetzung seiner Mittelrippe » ; de même Schiffner (3) : « ... einen langen Stiel (Träger) emporgehoben der die directe Fortsetzung des Front ist » ; Müller (4) est du même avis : « Der Träger bildet die direkte Fortsetzung des Sprosses » ; etc. Il résulte de tous ces témoignages que le pédoncule sera formé de plusieurs des thalles simples dont nous avons parlé, et il en sera forcément de même du capitule qui en est l'épanouissement. Donc, d'après Leitgeb et ses disciples, toutes les Marchantiées sont des *Compositées* ; or, Leitgeb s'est précisément acharné, sans y réussir d'ailleurs, à prouver le contraire ; et tous ses élèves suivent les mêmes errements.

---

(1) Janczewski. *(Bot. Zeitung,* 1872, p. 388.

(2) L. Kny. Bau und Entwickelung von *Marchantia polymorpha* L., in der VIII Abtheilung der *Botanischen Wandtafeln*, p. 374.

(3) W. Schiffner. *Loc. cit.*, p. 27.

(4) K. Müller. *Loc. cit.*, p. 27.

4° *Scheitelkante.* — Mais que faut-il penser de cette crête végétative terminale découverte par Leitgeb et dont nous avons mis en doute l'existence ? — Elle est inexistante, attendu que la présence d'une telle crête végétative fonctionnant comme le dit Müller ne pourrait aboutir qu'à un développement désordonné du thalle.

J'ai pensé que la nature ne pouvait pas agir ainsi ; en effet, quand on examine l'extrémité d'un thalle stérile en voie d'accroissement, on voit un ordre parfait : un sommet végétatif bien protégé au fond d'un profond sinus et avançant peu à peu, des cellules rejetées alternativement et très régulièrement à droite et à gauche pour former les deux moitiés et les deux lobes du thalle, et au-dessous des écailles sur deux rangs qui sont rejetées latéralement et alternativement suivant des insertions bien régulières et presque rectilignes. Ces écailles s'étendent indiscutablement *sur plusieurs des thalles simples* résultant de la Scheitelkante de Leitgeb (voy. 3°) ; par suite, chaque écaille sera formée *par plusieurs initiales appar-*

---

(1) Leitgeb. *Loc. cit.*, p. 134.

(2) Kny. *Loc. cit.*, p. 376.

(3) Schiffner. *Loc. cit.*, p. 20.

(4) Müller. *Loc. cit.*, p. 67.

tenant respectivement à chacun de ces thalles simples ; mais, dans ces conditions, l'insertion en ligne droite ou un peu courbe des écailles deviendrait absolument impossible, car *les initiales ne pourraient jamais coordonner assez régulièrement leurs divisions pour produire une telle insertion linéaire.* Par suite, pour qu'il en soit ainsi, il faut que chaque écaille provienne d'une cellule unique, et forcément, par voie de conséquence que cette initiale se détache *d'une cellule initiale unique* formant le point végétatif. Je connais les raisons qui ont amené Leitgeb à admettre un point végétatif de plusieurs cellules : elles résultent d'une fausse interprétation de ce sommet végétatif.

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins certain que l'existence de cette bizarre Scheitelkante ainsi que celle du repli capitulaire dont il sera question tout à l'heure ne peuvent être admises. En résumé, les Marchantiacées développent leur thalle par une seule cellule terminale comme toutes les autres Hépatiques. D'ailleurs K. Müller (1) dit que le thalle des Marchantiacées débute par un point végétatif formé par une seule cellule terminale à deux faces (zweischneidigen Scheitelzelle) qui se transforme ensuite en une crête végétative terminale ou Scheitelkante « dadurch ist aus der Scheitzelle eine Scheitelkante geworden ... ». Mais comment se fait cette curieuse transformation ? — Müller n'en parle pas.

5° *Des sommets végétatifs fructifères naissent aux points de jonction des divers thalles du capitule sur le dessus et un peu en deçà du sommet.* — L'idée d'un sommet végétatif qui naît entre deux thalles, et de plus à cheval sur chacun de ces deux thalles soudés est invraisemblable. Avec une Scheitelkante, cela avait encore un certain semblant de vérité ; mais si le sommet végétatif est formé par une cellule unique, cela ne va plus du tout.

6° *Repli périphérique du capitule.* — Voici ce que Leitgeb (2) dit de son repli : « Es entspricht nach derselben die Archegonien tragende Unterseite, oder genauer jede der mit Archegonien besetzen Partien der Unterseite der Dorsalseite eines abwärts und einwärts gekrümmten Zweiges, ... ». Ce repli, que personne n'a jamais vu et qu'on n'a pas retrouvé, n'est qu'une hypothèse purement gratuite. Cependant Leitgeb en a fait quatre dessins, schématiques il est vrai : et Kny (1), Schiffner (2) les reproduisent sans manifester la moindre surprise, et la plupart des auteurs en admettent l'exactitude. Pourtant, le repli en question n'est qu'un mythe comme on va le voir. D'ailleurs, pourquoi ce repli se produirait-il avec une irrégularité aussi constante, de façon à former normalement neuf rayons longuement saillants et neuf sinus rentrants ? — Leitgeb et ses disciples seraient bien embarrassés pour le dire.

---

(1) K. Müller. *Loc. cit.*, p. 93 et fig. 72.

(2) Leitgeb Die Inf. der March. (*loc. cit.*, p. 138).

7° *Le repli périphérique se soude avec le dessous du capitule.* — Leitgeb et ses élèves ne disent pas que ce repli se soude avec la partie inférieure du capitule ; mais c'est évidemment sous-entendu, car autrement les archégones seraient « en l'air » ; et même la soudure doit se faire jusqu'auprès du pédoncule, comme le montrent les figures C et D de Leitgeb indiquées plus loin. En effet, s'il en était autrement, il en résulterait des conséquences vraiment extraordinaires : ainsi les involucres, nés dans le voisinage du pédoncule, devraient faire une sorte de saut et grimper sur ledit repli pour atteindre la périphérie, ce qui serait absolument impossible : de même, les rameaux fructifères, après avoir atteint l'extrémité du repli sous le capitule, se heurteraient aussi à la même impossibilité pour gagner la partie centrale du capitule voisine du pédoncule. Quoi qu'il en soit, le repli périphérique, en supposant qu'il puisse réellement exister, ne pourrait en aucun cas se souder à la partie inférieure du capitule : il y a à cela une impossibilité absolue. *Pour que deux organes se soudent, ils doivent avoir des tissus jeunes*, c'est-à-dire être pourvus de cellules en voie de division, *en contact*. J'ai signalé jadis (3) plusieurs cas de soudure de deux thalles ♂ ou de deux thalles ♀ du *Sphærocarpus* développés solidairement. Ce n'était qu'une très faible anomalie : ces thalles doubles provenaient de deux spores ♂ ou de deux spores ♀ en contact qui, après avoir germé côte à côte avaient donné deux thalles *en contact* ; d'où la soudure qui en est résultée. Au contraire, si les deux spores se trouvent quelque peu écartées, ce qui est le cas général, les deux thalles restent simples et isolés l'un de l'autre.

---

(1) Kny. *Loc. cit.*, p. 382.

(2) Schiffner, *Loc. cit.*, p. 21.

(3) Ch. Douin. Nouvelles observations sur le *Sphaerocarpus*, in *Rev. bryol.*, 1909, p. 38 et fig. 3, p. 39.

En résumé, il résulte du principe souligné ci-dessus et vérifié par l'observation, que les *jeunes* cellules du repli ne pourront s'unir aux cellules *notablement plus âgées* du dessous du capitule. Le repli restera donc visible et pourra toujours être mis en évidence ; pourtant, personne n'a jamais pu y arriver, et pour cause, attendu qu'il n'y a, en réalité, ni repli, ni soudure.

8° *Formation des rayons.* — Je vais d'abord examiner les schémas de Leitgeb avec l'explication qu'en donne Schiffner (1). Dans la fig. A qui représente un jeune capitule vu par dessous, on voit des groupes d'archégones au bord périphérique étalé ; dans la fig. B, ce bord s'est replié en formant de légères saillies qui annoncent les futurs rayons, tandis que sur l'extrémité des parties rentrantes ou sinus se voient quelques archégones : « älteres Stadium, die Ränder der Scheibe, scripsit Schiffner, sind ungekrümmt und die ♀ auf die Unterseite gerückt. » Dans la figure C, ce mouvement est plus accentué ; et les thalles fructifères avec leurs archégones disposés radialement, atteignent presque le pédoncule ; mais les rayons sont encore rudimentaires. Enfin, dans la figure D, on voit ces rayons très avancés et les archégones entourés d'un involucre plus ou moins triangulaire. On aurait ainsi, à la périphérie du capitule, 17 sommets végétatifs : 9 qui forment les rayons et 8 qui donnent les thalles ou rameaux fructifères. Je n'insiste pas sur ces chiffres de 17 et de 9, chiffres absolument suspects dans un genre où tout va par 2 ou multiples de 2.

Pour être exact, je dois pourtant reconnaitre que deux hépaticologues distingués ne parlent pas du repli leitgébien.

En effet, Evans (2) n'en souffle pas mot et s'exprime ainsi : « The archegonia form groups and arise in acropetal succession, beginning when the disc is very young but, on account of the strong intercalary growth in the median region of the dorsal portion, the archegonia are arched over and deplaced until the seem to be situated on the ventral surface of the disc. »

Quant à Massalongo (3), voici ce qu'il écrit : « Nei generi Fegatella, Preissia, Bucegia, Dumortiera e Marchantia, le anzidette ramificazioni de ricettacalo, si iniziano avanti lo sviluppo degli archegonii, di cui la produzione continuasi ancora quando per l'intenso accrescimento in superficie del vertice de ricettacolo, gli stessi vengono dislocati al suo lato inferiore. » Ces textes montrent que si Evans et Massalongo acceptent encore la plupart des idées de Leitgeb, ils n'ont pas hésité à rejeter le repli capitulaire, puisqu'ils donnent une explication concernant la place des archégones qui, si elle n'est pas complètement exacte, est du moins sur le chemin de la vérité.

---

(1) SCHIFFNER. *Loc. cit.*, p. 21.

(2) Al. W. EVANS. The american species of *Marchantia*, in *Trans. of the Connecticut Acad. of Arts and Sciences*, 1917, p. 225.

(3) MASSALONGO. *Loc. cit.*, p. 681.

Leitgeb avait absolument besoin de son repli, non seulement pour expliquer la disposition des archégones et sporogones en séries radiales et centripètes (les plus âgés à la périphérie et inversement), mais encore pour pouvoir rendre compte de la formation des rayons du capitule : et dans les quatre figures citées précédemment, on assiste à ce phénomène invraisemblable que les saillies qui doivent former les rayons s'allongent de plus en plus bien que les sommets végétatifs des dits rayons soient rejetés en dessous et cessent de fonctionner à la périphérie (fide dessins de Leitgeb) ; et par conséquent ces rayons, accrus d'abord par un sommet végétatif terminal, doivent achever leur allongement qui est relativement énorme (comparez la longueur des rayons avec le reste du capitule) par une multiplication secondaire et un allongement de cellules très considérable, trop considérable pour être vraisemblable. Inutile de dire que la nature opère beaucoup plus simplement et avec beaucoup plus d'esprit de suite.

9° *A la périphérie, les huit thalles forment les rayons qui en sont la continuation.* — C'est ce qu'affirme Evans (1), d'après Leitgeb : « The rays, accordingly, are formed by the middle lobes and are no homologous with the rays of the male receptacle, but rather with the sinus. » Je ne relève pas cette singulière opinion que des thalles, c'est-à-dire quelque chose de tangible, seraient homologues de sinus, c'est-à-dire d'une chose inexistante matériellement. On voit par le texte cité qu'Evans confond les expressions lobes et rayons (2) ; cela vaut certainement beaucoup mieux que d'appliquer ces désignations à tort et à travers comme le font presque tous les auteurs.

---

(1) Evans. *Loc. cit.*, p. 225.

(2) Ch. et R. Douin. *Loc. cit.*, pp. 131-136.

Quoi qu'il en soit, il résulte de son texte que les appareils ♂ et ♀ du *M. polymorpha* ne sont pas homologues. C'est aussi l'avis de Leitgeb qui n'explique pas cette bizarrérie.

Le plan de symétrie du capitule passe forcément par la ligne médiane et longitudinale du thalle stérile et entre les deux sillons du pédoncule, c'est-à-dire entre les deux thalles soudés qui composent ce dernier ; par suite, *les deux thalles pédonculaires seront complètement séparés par ce plan de symétrie.* Si donc chacun d'eux se bifurque deux fois pour former les huit thalles du capitule, il y aura indiscutablement quatre thalles d'un côté du plan de symétrie et quatre thalles de l'autre ; et par conséquent, aucun d'eux ne pourra être partagé par le dit plan de symétrie. Ces huit thalles seront donc *tout à fait homologues* des huit thalles ou lobes de l'appareil mâle. Si donc les rayons sont homologues des sinus, *ils ne peuvent être la continuation des huit thalles du capitule.*

10° *Les archégones et sporogones, nés successivement des thalles fructifères au fur et à mesure de leur allongement sur et sous le capitule auquel ils se soudent, sont d'abord en séries radiales centrifuges, et ensuite, après le repli périphérique, en séries radiales centripetes.* — Cette volte-face des sporogones et archégones affirmée par Leitgeb (1) est difficile à admettre : « ... anfangs centrifugale Wachsthumsrichtung in eine centripetale umgewandelt worden. » L'explication donnée par Leitgeb est fort ingénieuse ; malheureusement, elle est complètement fausse. Il n'y a encore là qu'une affirmation sans preuve, sans parler des autres erreurs de l'énoncé. Les thalles fructifères ne peuvent pas plus se souder à la surface inférieure du capitule que les thalles stériles du même capitule et pour les mêmes raisons (voy. 7°) ; par suite, s'il y avait repli, les archégones seraient « en l'air », c'est-à-dire dans des conditions telles qu'ils ne pourraient développer leurs sporogones. Bien que Kny (2) donne une figure qui justifie Leitgeb, l'affirmation de ce dernier n'en est pas moins fausse, et la figure de Kny est, ou truquée, ou mal orientée. Dans le *M. polymorpha*, les archégones naissent tous ensemble, ou du moins en fort peu de temps, à la périphérie du capitule et non pas successivement et pendant longtemps comme tout le monde l'affirme. Ils naissent *à peu près* comme ceux des *Hépatiques acrogynes,* avec cette différence que, serrés entre les rayons pendants du capitule, ils sont beaucoup plus tassés et sans solution de continuité quand les sporogones commencent à se développer, ce qui les rend polyédriques en coupe. Quand les archégones et sporogones passent sous le capitule, ils sont tous nés, sinon tous complètement développés, mais il ne s'en forme plus de nouveaux quoi qu'en disent Leitgeb, Schiffner (1), etc. : « ... nur dass bei diesen (*Preissia, Dumortiera* et *Marchantia*) das Zweigsystem *lange* vor Bildung der Arch. angelegt wird, und dass sich auch dann noch neue Arch. bilden, wenn der Scheitel in Folge von intensivem Oberflächen Wachsthum ganz auf die Unterseite des Receptaculums gerückt würde. »

---

(1) Leitgeb. Die Infl. der March., p. 138.

(2) Kny. *Loc. cit.*, p. 383, fig. 2.

Cependant, si les sporogones ne sont jamais en séries radiales centrifuges, ils deviennent assez souvent en séries radiales centripètes, non pas par un repli imaginaire du capitule, mais bien par suite du développement spécial de ce dernier et en raison de la place qui leur a été mesurée dans le capitule. Il se passe ici ce qui se passe dans un défilé où les touristes sont obligés de se serrer côte à côte et de se mettre à la file indienne.

11° *Le thalle ou rayon postérieur du capitule est coupé longitudinalement et suivant sa ligne médiane par le plan de symétrie du capitule ; le thalle antérieur se bifurque et les deux rayons obtenus se trouvent respectivement à droite et à gauche de ce même plan de symétrie.* — Si la première partie de cet énoncé est exacte, — pas au sens de Leitgeb toutefois, puisque le rayon antérieur n'est pas l'un des huit thalles normaux du capitule, — il n'en est plus de même de la seconde partie, malgré l'affirmation d'Evans (2) qui confirme Leitgeb : « These relationships (entre les rayons ♀ et les lobes ♂ voy. précédemment 9°) are discussed at length by Leitgeb who notes also the fact that the two external rays are to be compared with the « side lobes » in an ordinary dichotomie. In *M. polymorpha,* where nine rays are commonly présent, seven would représent middle lobes and two side lobes. » Toute cette citation d'Evans, d'après Leitgeb, est erronée : d'abord, il n'y a pas de thalle antérieur, ou plutôt il y en a deux situés respectivement à droite et à gauche du plan de symétrie ; ensuite, il n'y a pas de thalle qui se bifurque pour donner les deux rayons antérieurs ; et ceux-ci ne peuvent nullement être comparés à une dichotomie ordinaire *attendu qu'ils n'ont jamais été soudés à leur base* et qu'ils appartiennent à deux thalles différents ; par suite, ils ne sont pas la continuation des huit thalles normaux du capitule. Et pourtant, le plan de symétrie passe bien comme le dit Leitgeb ; mais c'est son explication qui ne vaut rien.

---

(1) SCHIFFNER. *Loc. cit.*, p. 21.
(2) EVANS. *Loc. cit.*, p. 225.

12° *Involucres et thalles fructifères.* — Il n'est pas superflu de montrer les conséquences des explications de Leitgeb au sujet des involucres qui accompagnent et protègent les divers groupes fructifères. Ainsi, d'après Leitgeb, il y aurait, dans chacun de ces involucres, une sorte de thalle fructifère qui donnerait successivement et pendant longtemps des archégones, en un mot, un thalle ♀ se développant solidairement avec et dans un involucre protecteur. Il ne s'agit pas ici de plantes Phanérogames, mais d'Hépatiques ; aussi, *un rameau ♀ s'allongeant dans un involucre* ne peut se concevoir. Dans un involucre d'Hépatique, il y a 1 ou des archégones, puis 1 ou des sporogones, parfois 1 ou des périanthes, mais pas autre chose, comme tous les hépaticologues sont à même de le constater. Ce n'est pas tout : l'involucre protecteur, étant solidaire des archégones et sporogones, doit se développer conjointement avec eux et *comme eux* sur le rameau fructifère, c'est-à-dire *de la périphérie vers le pédoncule*, si l'on s'en tient aux idées de Leitgeb. Or, c'est précisément tout le contraire, comme on peut le voir très facilement chez le *Preissia*, le seul genre qui ressemble au *Marchantia*. Ce fait contradictoire suffit à lui seul pour juger à la fois et le repli et les thalles fructifères qui se développeraient au-dessus puis au-dessous du capitule.

IV. Conclusion.

En résumé, on voit que toutes ces explications de Leitgeb sont erronées.

Ce sont ces erreurs que Schiffner (1) appelle « die subtilen Untersuchungen » de Leitgeb : c'est son explication de la composition du capitule qu'Evans (2) regarde « as shown so clearly by Leitgeb » ; c'est sur ses fausses généralisations qu'est basée « die beste Einteilung der Marchantiaceen », dit Müller (3).

Tout le monde les a acceptées les yeux fermés, et c'est actuellement la science officielle dans tous les ouvrages spéciaux.

---

(1) Schiffner. *Loc. cit.*, p. 35 (en renvoi).

(2) Evans. *Loc. cit.*, p. 222.

(3) Müller. *Loc. cit.*, p. 225.

L'OPTIMUM LUMINEUX POUR LE DÉVELOPPEMENT

DU

STICHOCOCCUS BACILLARIS NAG.

par M. Marcel DENIS

Les recherches expérimentales de L. Matruchot et M. Molliard (1), puis celles d'Artari (2), ont mis en évidence la faible exigence du *Stichococcus bacillaris* à l'égard de la lumière. D'autre part l'observation directe (3) montre que dans la nature, l'Algue en question semble s'accommoder d'une intensité lumineuse faible. Mais, dans quelle mesure utilise-t-elle cette lumière et où se trouve l'optimum lumineux de cette Ulothricacée ?

Je me suis proposé de résoudre ces questions en utilisant le matériel employé par R. Combes à la détermination des optima lumineux pour le développement des Phanérogames (4) et des Algues (5).

Je renverrai au mémoire principal (4) pour tout ce qui concerne les détails en rappelant seulement que c'est en utilisant des toiles à fils plus ou moins rapprochés que l'on obtient l'atténuation de la lumière solaire. « L'intensité de la lumière qui parvient derrière chacune de ces toiles a été mesurée à l'aide d'un photomètre de Vidal et comparée à celle qui traverse une série de lames de verre ayant chacune 5 millimètres d'épaisseur. Si on représente par β l'intensité de la lumière solaire éclairant, à un moment donné de la journée, une région absolument découverte et exposée aux rayons solaires directs et par α la lumière absorbée par une lame de verre de 5 mm. d'épaisseur exposée à cet éclairement, on peut représenter l'intensité de la lumière qui parvient derrière chacun des écrans en toile par :

---

(1) L. Matruchot et M. Molliard. Variation de structure d'une Algue verte sous l'influence du milieu nutritif (*C. R. Ac. Sc.*, 1900 et *Rev. gén. Bot.*, XIV, 1902).

(2) A. Artari. Der Einfluss der Concentration der Nährlösungen auf die Entwicklung einiger grünen Algen (*Jahrb. wiss. Bot.*, Bd. XL, Heft. 4, 1904).

(3) J.-B. Petersen. Studier over Danske aërofile Alger (*D. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrift.*, 1915).

(4) R. Combes. Détermination des intensités lumineuses optima pour les végétaux aux divers stades du développement (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 9e série, XI, 1910).

(5) R. Combes. Influence de l'éclairement sur le développement des Algues (*Bull. Soc, Bot. Fr.*, 59, 1912).

$\beta - 56\,\alpha$ pour la toile la plus épaisse, éclairement 5
$\beta - 22\,\alpha$ pour la deuxième toile, éclairement 4
$\beta - 16\,\alpha$ pour la troisième toile, éclairement 3
$\beta - 2\,\alpha$ pour la moins épaisse, éclairement 2
β pour la lumière solaire directe, éclairement 1
(Combes, *loc. cit.*, page 351).

Les recherches que je vais résumer ont été entreprises au Laboratoire de Biologie Végétale de Fontainebleau et au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne où j'ai constamment reçu l'aide et les conseils compétents de M. Combes. Qu'il me permette de le remercier ici.

Technique.

J'ai utilisé comme flacons de culture 20 boites de Roux ayant chacune 1 litre de capacité.

Après avoir été stérilisées pendant une heure à la chaleur sèche d'une étuve chauffée à 170°, 10 de ces boites ont reçu 250 cm^3 de liqueur de Detmer et les 10 autres, 250 cm^3 d'eau de source. Une fois bouchées d'un tampon de coton, elles ont été stérilisées à l'autoclave pendant une demi-heure, à 120°. Tous les flacons furent ensuite ensemencés aseptiquement avec une quantité très faible, et sensiblement égale pour chacun des vases, d'une culture pure de *Stichococcus bacillaris*. Cette dernière provenait d'un isolement fait avec les précautions recommandées par Chodat et Grintzesco (1) à partir d'individus « aérophiles (2) » qui végétaient sur un *Trametes*.

---

(1) R. Chodat et I. Grintzesco. Sur les méthodes de culture pure des Algues vertes (*Congrès Intern. Bot.*, Paris, 1900).

(2) Au sens où l'entend Petersen (*loc. cit.*, page 273).

Quatre flacons ensemencés (deux renfermant de l'eau de source et les deux autres de la liqueur de Detmer) furent disposés à plat sous chacun des 5 éclairements.

Les expériences commencées le 4 juillet 1919 durèrent jusqu'au 27 octobre 1919.

On pouvait s'attendre *a priori* à une évaporation considérable dans les boîtes de Roux, ce qui eût fait regretter leur emploi : ces vases étant utilisés uniquement à cause de leur grande surface qui permet aux Algues de se développer largement.

En réalité l'expérience m'a montré que, même après la saison la plus sèche et la plus chaude de l'année, le volume du liquide n'avait pas varié. Ceci est dû à ce que, pendant la nuit, l'eau évaporée durant la journée se recondense.

Influence de la concentration.

Dès le 11 juillet, c'est-à-dire 7 jours après l'ensemencement, tous les flacons présentaient une légère poussière verte due au développement des Algues, mais ensuite ce développement ne s'accrut notablement que dans les flacons de solution nutritive. Ceci s'explique facilement lorsqu'on sait que les Algues vertes ne peuvent fixer directement l'azote gazeux à moins qu'elles ne végètent en association avec des Bactéries ainsi que l'a montré Kossowitsch (1).

Influence de la lumière.

Couleur. — Les Algues cultivées aux éclairements 2, 3, 4 et 5 prirent une belle couleur *verte* (teinte 4 de l'échelle de Molliard et Matruchot (2)); les cultures exposées à l'éclairement 1, c'est-à-dire à la lumière directe, devinrent *jaune-verdâtre* (nuance intermédiaire entre les teintes 1 et 2 définies par ces mêmes auteurs).

Forme. — Placés dans la même solution nutritive, mais sous des intensités lumineuses différentes, les individus de *Stichococcus bacillaris* issus de la même culture-mère se différencièrent morphologiquement.

---

(1) P. Kossowitsch. Untersuchungen über die Frage, ob die Algen freien Stickstoff fixiren (*Bot. Zeitung*, 1894, Abth. 1, Heft 5).

(2) *Loc. cit.*, planche VIII.

Aux éclairements faibles, on a affaire uniquement à la forme en bâtonnet, forme qui se rencontre lorsque l'Algue végète sur des substratums solides. Aux éclairements 1 et 2, il y a tendance à la forme sphérique : les cellules ne diminuent pas de longueur, mais leur diamètre augmente.

Je rappelle qu'il existe dans la nature des *Stichococcus* arrondis, par exemple le *S. Chodati* (Bial) Heering.

Il faut rapprocher les formes circulaires obtenues aux forts éclairements des formes arrondies obtenues par Matruchot et Molliard à partir de *Stichococcus bacillaris* végétant dans des solutions nutritives riches en corps organiques.

Chodat (1) a montré aussi que *Stichococcus Diplosphæra* (Bial) Chod. se différenciait en cellules circulaires et hypertrophiées lorsqu'il se développait sur agar-glucose-peptone.

Poids sec. — C'est la considération du poids sec qui va nous permettre de déterminer l'optimum lumineux.

J'ai supposé que, pour chacun des cinq éclairements, le poids sec de chaque culture représentait le bilan matériel de l'activité des Algues qui s'y développaient, alors qu'en réalité il faudrait en défalquer le poids des quelques cellules introduites au moment de l'ensemencement. Ce poids, négligeable, est d'ailleurs sensiblement le même pour tous les flacons.

Chaque culture est traitée avec de l'acide chlorhydrique à 1 °/₀₀, ce qui a pour but de dissoudre les sels précipités au moment de la stérilisation de la liqueur. Ce traitement est fait assez vite pour ne pas laisser trop longtemps en contact les Algues avec le milieu acide. La culture est alors centrifugée à raison de 3000 tours par minute. La liqueur qui recouvre les cellules rassemblées au fond est remplacée par de l'eau distillée qu'on agite pour laver les Algues, puis on centrifuge à nouveau.

On répète ce traitement jusqu'à disparition de l'acide chlorhydrique. Les dépôts agglomérés au fond de chaque tube sont alors rassemblés, desséchés à 105° jusqu'à poids constant et pesés.

---

(1) R. CHODAT. Monographie d'Algues en culture pure (*Matér. Flore Crypt. Suisse*, Berne, 1913).

Les nombres ci-dessous donnent, en milligrammes, le poids moyen des deux cultures pratiquées sous chacun des 5 éclairements.

Ecl. 1	Ecl. 2	Ecl. 3	Ecl. 4	Ecl. 5
62	85	**150**	119	71

On voit tout d'abord que l'éclairement optimum correspond à une lumière moyennement atténuée.

Le développement du *Stichococcus bacillaris* qui n'est pas nul à l'obscurité ainsi que l'ont montré certains des auteurs précités se produit aussi à une lumière très atténuée. Lorsque l'intensité lumineuse s'élève, le développement de l'Algue se fait dans le même sens jusqu'à une valeur maximum qui correspond à un éclairement optimum (éclairement 3).

A partir de ce moment, la courbe du développement s'infléchit et à une augmentation de l'intensité lumineuse correspond une diminution dans la production de substance sèche.

A la lumière solaire directe, il y a encore développement.

Si l'on compare ces résultats à ceux qu'a obtenus R. Combes pour le *Cystococcus humicola*, on voit que :

1° L'optimum lumineux pour le développement du *Cystococcus* est représenté par le même éclairement que pour le *Stichococcus*.

2° L'allure de la courbe de développement de ces deux espèces est sensiblement la même.

3° Tandis que le *Cystococcus* ne peut se développer à la lumière totale, le *Stichococcus* peut encore y produire un poids sec très appréciable.

En résumé :

A. *Quelle que soit l'intensité lumineuse, le* Stichococcus bacillaris *peut effectuer les premières phases de son développement dans l'eau de* *source. Mais, ce n'est que dans une solution nutritive qu'il peut prendre ultérieurement un grand développement.*

B. *L'intensité lumineuse optima, pour laquelle la production de poids sec est la plus forte, correspond à la lumière solaire assez atténuée.*

C. *L'influence de chaque éclairement se traduit par des réactions morphologiques.*

SUR LA NOCIVITÉ DE QUELQUES COMPOSÉS DU MAGNÉSIUM A L'ÉGARD DE DIVERSES PLANTES

par M. Henri **COUPIN**

(fin)

CHAPITRE V

CHLORURE DE MAGNÉSIUM

Comme nous l'avons rappelé plus haut, le chlorure de magnésium est très répandu dans la Nature, en particulier dans l'eau de mer, ainsi que le montre l'analyse de celle de l'Océan (°/o) :

Chlorure de sodium	2, 7373
Chlorure de magnésium	0, 3363
Chlorure de potassium	0, 0592
Bromure de magnésium	0, 00547
Sulfate de magnésium	0, 22437
Sulfate de calcium	0, 13229
Carbonate de calcium	0, 00625
Chlorure de rubidium	0, 0019
Métaphosphate de calcium	0, 00156
Bicarbonate de fer	0, 00026
Silice	0, 00149
Total :	3, 50639

Cette salure diffère, d'ailleurs, d'une mer à l'autre. C'est ainsi que le total de l'analyse ci-dessus est de 3, 86 à 4, 16 pour la Méditerranée ; 4, 54 à 4, 65 pour la mer Rouge ; 7, 5 pour le canal de Suez ; 1, 76 pour la mer Noire ; 1, 57 pour les mers antarctiques ; 0, 35 au Spitzberg ; 0, 74 au milieu de la Baltique ; 0, 06 dans le golfe de Finlande.

Toutes ces salures peuvent être considérées comme semblables à celle de l'eau de mer, de l'Océan, mais soit concentrées, soit, au contraire, diluées par de l'eau douce, par exemple celle provenant de la fonte des glaces ; la proportion absolue des divers éléments chimiques augmente ou diminue suivant les cas, mais leur proportion relative, les uns par rapport aux autres, reste à peu près la même.

Le chlorure de magnésium est également abondant dans certaines sources salées, comme, par exemple, celles dont, ci-dessous, l'analyse :

	SOURCES DE		
	DUREMBERG	HALL	LUNEBOURG
Chlorure de sodium. . . .	7,53	7,40	24,67
— potassium. . .	»	0,16	»
— calcium . . .	»	0,17	»
— magnésium . .	0,12	0,50	0,30
Sulfate de potassium. . .	0,08	»	0,03
— calcium . . .	0,56	0,27	0,35
— magnésium . .	»	»	0,27
Sels insolubles et eau . . .	91,71	91,5	74,41

L'eau de mer, de même que celle des sources salées, est nuisible à la très grande majorité des plantes terrestres et seules y résistent celles qui s'y sont adaptées depuis de longues générations (halophytes). Dans cette action toxique, il est bien évident que c'est le chlorure de sodium qui joue le principal rôle ; mais on peut se demander si les autres substances de l'eau marine n'y viennent pas ajouter leur propre toxicité. C'est, surtout, ce dernier point qui m'a engagé à faire les cultures dont je vais donner les résultats et qui semblent résoudre la question quant au chlorure de magnésium.

Cresson alénois.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 25°. Etat initial : graines simplement gonflées depuis une heure.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé d'environ 3 à 4 cm. de haut.
Racine d'environ 3 à 4 cm. de long, sans radicelles.
Poils absorbants très bien développés.

b) Dans l'eau + 1/64, 1/32, 1/16, 1/8 % de Mg Cl : Etat identique à celui des germinations dans l'eau (a).

c) Dans l'eau + 1/4 % de Mg Cl.

Axe hypocotylé d'environ 1 à 2, 5 cm. de haut.

Racine, les unes presque nulles (1 à 2 mm.) et rabougries, les autres de 2 à 4 cm. de long, mais sans *poils absorbants*.

d) Dans l'eau + 1/2 et 1 % de Mg Cl :

Début de germination, montrant simplement les deux cotylédons étalés et un axe hypocotylé d'au plus 1 à 2 mm. de haut, mais le tout complètement arrêté et manifestement mourant.

c) Dans l'eau + 2, 3, 4 % de Mg Cl :

Aucune trace de germination.

CONCLUSION

1° La dose mortelle de Mg Cl pour le Cresson alénois est au voisinage de 1/2 %.

2° A 1/4 %, Mg Cl est très nocif, mais agit diversement suivant les exemplaires, les uns ayant une racine normale, mais sans poils absorbants, les autres n'en ayant presque pas trace.

3° A partir de 1/8 % et à des doses plus faibles, Mg Cl est indifférent.

Lupin blanc.

Durée de l'expérience : 16 jours. T° = 25°.

a) Dans l'eau seule :

Axe hypocotylé de 18 cm. de haut.
Racine de 17 cm. de long.
Radicelles bien développées.

b) Dans l'eau + 0, 15 , 0, 30 ; 0, 80 °/₀ de Mg Cl : développement identique au précédent (a).

c) Dans l'eau + 0, 9 ; 1 ; 1, 6 °/₀ de Mg Cl :

Début de développement, lequel s'arrête lorsque l'*axe hypocotylé* atteint 4 cm. de haut et la *racine*, 3^{cm}, 5, laquelle racine présente de vagues pointements de radicelles ; après cette phase, la plantule devient brune et meurt.

d) Dans l'eau + 2 ; 2, 5 ; 3, 2 ; 6, 4 °/₀ de Mg Cl : mort immédiate.

CONCLUSIONS

Pour le Lupin blanc, Mg Cl est :

a) indifférent à 0, 8 °/₀ et à des doses plus faibles ;

b) susceptible de ralentir la croissance de 0, 9 à 1, 6 °/₀ ;

c) immédiatement mortel à partir de 2 °/₀ et à des doses plus fortes.

Maïs sucré demi-précoce.

Durée de l'expérience : 11 jours. T° = 24°.

a) Dans l'eau seule :

Partie aérienne de 6 cm. de haut, avec feuilles commençant à s'étaler.

Racines nombreuses, les plus longues ayant une dizaine de centimètres de long.

b) Dans eau + 0, 025 et 0, 05 °/₀ de Mg Cl : même développement que dans (a).

c) Dans eau + 0, 1 ; 0, 2 ; 0, 4 °/₀ de Mg Cl :

Même développement que dans (a), sauf que les feuilles sont un peu moins épanouies.

d) Dans eau + 0, 8 °/₀ de Mg Cl :

Partie aérienne de 4 cm. de haut.

Racines nombreuses, les plus grandes ayant 7 cm. de long.

e) Dans eau + 1, 6 °/₀ de Mg Cl :

Partie aérienne de 2 cm. de haut.

Racines n'ayant pas plus de 2^{cm}, 5 de long.

f) Dans eau + 2 et 3 °/₀ de Mg Cl :

Mort immédiate.

CONCLUSIONS

Pour le Maïs sucré :

1° Mg Cl est indifférent à partir d'environ 0, 05 °/₀ et à des doses plus faibles ;

2° Il ralentit un peu l'épanouissement de la gemmule entre 0, 1 et 0, 4 °/₀.

3° Au voisinage de 1 °/₀ et, surtout, de 1, 5 °/₀, il ralentit considérablement la croissance, à la fois de la gemmule et des racines.

4° Vers 2 °/₀ (et au-delà), il est immédiatement mortel.

Pois Michaux

Durée de l'expérience : 5 jours. T° = 25°.

Germinations avec une racine d'environ 5 cm. de long et une gemmule nulle.

a) Dans eau seule :

Gemmule de 4 cm. de haut.

Racine de 10 cm. de long.

Radicelles, au nombre d'une dizaine, étagées sur une longueur de 3 cm., les plus grandes ayant 1 cm. de long

Poils absorbants bien développés sur le pivot, dans la zone des radicelles.

b) Dans eau + 1/64, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 °/₀ de Mg Cl :

Développement identique au précédent (a).

c) Dans eau + 1 °/₀ de Mg Cl :

Gemmule de 3 cm. de haut.

Racine de 5 cm. de long.

Radicelles à l'état de simples pointements commençant à sortir.
Poils absorbants bien développés dans la zone des radicelles.

Cette germination, mise ensuite dans l'eau pendant 5 jours, a donné une gemmule d'apparence normale, de 7 cm. de haut ; une racine, qui ne s'est pas accrue en longueur, la pointe en étant devenue molle et manifestement morte ; enfin 17 radicelles normales de 1 à 3 cm. de long.

d) Dans l'eau + 2 °/₀ de Mg Cl :

Gemmule de 2^{cm}, 5 de haut.
Racine de 5 cm. de long, blanche.
Radicelles nulles.
Poils absorbants bien développés.

Cette germination, mise ensuite dans de l'eau pendant 5 jours, s'est conduite comme celle décrite en (a) placée dans les mêmes conditions.

e) Dans l'eau + 3 °/₀ de Mg Cl.

Gemmule de 1 cm. de haut.
Racine de 5 cm. de long, blanche.
Radicelles nulles.
Poils absorbants bien développés.

Cette germination, mise ensuite dans de l'eau pendant 5 jours, a donné une gemmule de 4 cm. de haut ; la racine, molle à la pointe, n'a subi aucune élongation et aucune trace de radicelles n'est apparue.

f) Dans l'eau + 4 °/₀ de Mg Cl :

Gemmule à peine visible, desséchée.
Racine de 5 cm. de long, blanche.
Radicelles nulles.
Poils absorbants à l'état de traces irrégulières.

Cette germination, mise ensuite dans de l'eau pendant cinq jours, n'a subi aucune modification outre que la mollesse de la pointe de la racine.

g) Dans l'eau + 4, 5 °/₀ de Mg Cl :

Mort immédiate.

CONCLUSIONS

1° De 0 à 1/2 °/o, Mg Cl est sans action sur le Pois.

2° A 1 °/o, il diminue la croissance de la gemmule et, encore plus, celle de la racine, dont le sommet végétatif est tué, et des radicelles.

3° A 2 et 3 °/o, il diminue énormément le développement de la gemmule et empêche complètement la croissance de la racine et la venue des radicelles ; à 2 °/o, la pointe de la racine est tuée, mais les radicelles et la gemmule gardent leur puissance végétative ; à 3 °/o, la gemmule demeure vivante, mais la racine et ses radicelles éventuelles sont tuées.

4° A 4 °/o, il empêche presque complètement toute croissance, à la fois de la gemmule et de la racine.

5° A 4, 5 °/o, il est immédiatement mortel.

6° A partir de 1 °/o et *a fortiori* à doses plus fortes, le sommet végétatif de la racine est tué.

Il semble donc que Mg Cl est *mortel* aux environs de 4 °/o, qu'il est encore plus ou moins *nocif* de 3 à 1 °/o, mais qu'à partir d'environ 1/2 °/o, il est *indifférent*.

Potiron jaune.

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 25°.

a) Dans eau seule :

Axe hypocotylé d'une vingtaine de cm. de haut.

Racine d'une dizaine de cm. de long.

Radicelles nombreuses, les plus grandes ayant environ 8 cm. de long et portant elles-mêmes des radicelles de deuxième ordre.

b) Dans eau + 0, 8 ; 0, 4 ; 0, 2 ; 0, 1 ; 0, 05 ; 0, 025 °/o de Mg Cl : développement identique au précédent (a).

c) Dans eau + 1, 6 °/o de Mg Cl.

Axe hypocotylé de 10 cm. de haut.

Racine de 7 cm. de long.

Radicelles assez nombreuses, les plus longues ayant 5 cm. de long et portant des radicelles de deuxième ordre.

d) Dans eau + 3,2 °/o de Mg Cl :

Axe hypocotylé de 1^{cm},5 de haut.

Racine de 3 cm. de long.

Radicelles peu abondantes, mais bien vivantes, les plus longues ayant 1^{cm},2 de long.

e) Dans eau + 6,4 °/o de Mg Cl :

Axe hypocotylé de 1 cm. de haut.

Racine de 2^{cm},5 de long.

Radicelles à l'état de bosses arrondies d'au plus un décimètre de haut (aspect coralloïde).

f) Dans eau + 7 °/o de Mg Cl :

Mort immédiate.

CONCLUSIONS

Pour le Potiron jaune :

1° Mg Cl est complètement indifférent à partir d'environ 1 °/o et à des doses plus faibles.

2° Mg Cl diminue assez notablement la croissance au voisinage de 1,5 °/o.

3° Mg Cl empêche presque toute croissance au voisinage de 3 °/o.

4° Mg Cl permet un très léger développement au voisinage de 6 °/o, mais la plantule est dans un état voisin de la mort (mise dans l'eau pure elle ne se développe plus).

5° Mg Cl tue immédiatement à 7 °/o.

Ricin sanguin.

A

Durée de l'expérience : 3 jours. T° = 25°.

Germinations originelles avec une racine, blanche, d'un centimètre.

a) Eau + 4 °/o de Mg Cl :

Germination dans le même état qu'au début avec la pointe de la racine molle.

b) Eau + 3 °/o de Mg Cl :

Germination dans le même état qu'au début, avec la racine fauve, ferme.

Cette germination, mise ensuite dans l'eau, pendant 4 jours, n'a montré aucun accroissement.

c) Eau + 2 °/o de Mg Cl :

Germination dans le même état qu'au début, avec la racine fauve, ferme.

Cette germination mise, ensuite, dans l'eau pendant 4 jours, n'a montré aucun accroissement.

d) Eau + 1, 5 °/o de Mg Cl :

Racine de 2^{cm}, 5, avec radicelles de 1/2 cm. Aspect bien portant.

e) Eau + 1 °/o de Mg Cl :

Racine de 3 cm., avec jeunes radicelles de 1/2 cm. Aspect très bien portant.

f) Eau seule :

Racine de 5 cm., avec de nombreuses radicelles de 1 à 2 cm.

B

Durée de l'expérience : 6 jours. T° = 25°.

Germinations originelles avec une racine blanche, d'un centimètre.

g) Eau seule :

Axe hypocotylé de 6 cm. de haut.

Racine de 9 cm. de long.

Radicelles, au nombre d'une vingtaine, dont 6 de 3 cm. de long.

Poils absorbants nuls.

h) Eau : 1/14, 1/32, 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 °/o de Mg Cl :

Développement identique au précédent (g).

i) Eau + 1 °/o de Mg Cl :

Axe hypocotylé de $2^{cm},5$ de haut.

Racine de $4^{cm},5$ de long.

Radicelles, au nombre d'une douzaine, dont les plus longues ne dépassent pas $1^{cm},5$.

Poils absorbants nuls

CONCLUSIONS

Pour le Ricin, Mg Cl :

1° Tue, immédiatement, au voisinage de la dose de 2 °/o et à des doses plus fortes.

2° Ralentit la croissance à 1, 5 et 1 °/o.

3° Est indifférent à partir de 1/2 °/o et à des doses plus faibles.

Soleil.

A

Durée de l'expérience : 4 jours. T° = 25°. Longueur originelle de la racine : 1 cm.

a) Eau seule :

Axe hypocotylé 6 cm.

Racine 11 cm., avec nombreuses *radicelles*.

b) Eau + 4 °/o Mg Cl :

Germination dans le même état qu'au début, entièrement brune.

Cette germination, mise ensuite dans l'eau pendant 3 jours, est restée telle quelle.

c) Eau + 3 °/o Mg Cl :

Germination dans le même état qu'au début, avec la pointe de la racine brunâtre.

Cette germination, mise ensuite dans l'eau pendant 3 jours, est restée telle quelle.

d) Eau + 2 °/o Mg Cl :

Germination dans le même état qu'au début, avec la racine blanche.

Cette germination, mise ensuite dans l'eau pendant 3 jours, a légèrement développé son axe hypocotylé (2 cm.) ; la racine ne s'est pas accrue en longueur ; mais, sur elle, ont apparu de vagues radicelles presque aussitôt arrêtées dans leur développement.

e) Eau + 1 °/₀ Mg Cl :

Germination dans le même état qu'au début, avec la racine blanche.

Cette germination, mise ensuite dans l'eau pendant 3 jours, s'est conduite comme la précédente (d) mise dans les mêmes conditions.

B

Durée de l'expérience : 8 jours. T° = 25°. Longueur originelle de la racine : 1 cm.

f) Eau seule :

Axe hypocotylé haut de 12 cm.

Racine longue de 15 cm.

Radicelles au nombre d'une quarantaine étagées sur une longueur de 14 cm., les plus longues, au nombre d'une quinzaine, ayant 5 cm. de long.

Poils absorbants très abondants sur le pivot, mais nuls sur les radicelles.

g) Eau + 1/64, 1/32 et 1/16 °/₀ de Mg Cl :

Développement identique au précédent (f).

h) Eau + 1/8, 1/4 et 1/2 de Mg Cl :

Développement analogue à celui de la culture (f), sauf que les radicelles, quoique aussi nombreuses, n'ont, au maximum, qu'une longueur de 2 à 4 cm.

CONCLUSIONS

1° Pour le Soleil, Mg Cl est complètement indifférent de 0 à 1/16 °/₀ ;

2° De 1/8 à 1/2 °/₀, il est à peine nocif et ne fait que diminuer la longueur des radicelles, sans être nuisible ni à l'axe hypocotylé, ni au pivot de la racine ;

3° A 1 °/o, il est très nocif et empêche presque toute croissance ;

4° A 2 °/o, il est mortel et tue la plantule immédiatement.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

RELATIVES AU CHLORURE DE MAGNÉSIUM

Si nous condensons maintenant — sans chercher à une très grande approximation qui, vu la variabilité des semences, serait d'ailleurs illusoire — les faits que nous avons avons constatés relativement au chlorure de magnésium, nous pouvons dresser le tableau ci-dessous qui indiquent °/o les doses agissantes et la manière dont elles agissent.

	DOSES IMMÉDIATEMENT MORTELLES °/o	DOSES TRÈS NOCIVES °/o	DOSES LÉGÈREMEMT NOCIVES °/o	DOSES INDIFFÉRENTES °/o
Cresson alénois.	0,5 et plus fortes	0,25	»	0,12 et plus faibles
Lupin blanc. .	2 «	0,9 à 1,6	»	0,8 «
Maïs	2 «	1 à 1,5	0,1 à 0,4	0,05 «
Pois	4 «	2 à 3	1	0,5 «
Potiron . . .	7 «	3	1,5	1 «
Ricin	2 «	»	1 à 1,5	0,5 «
Soleil. . . .	2 «	1	0,125 à 0,5	0,05 «

On voit, d'après ce tableau sommaire :

1° Que la dose de Mg Cl immédiatement mortelle est très variable suivant les espèces, puisqu'elle peut aller de 7 °/o *(Potiron)* à 0, 5 °/o *(Cresson alénois)*.

2° Que la dose très nocive est également variable et peut aller de 3 °/o *(Potiron)* à 0, 25 °/o *(Cresson alénois)*.

3° Que la dose qui est peu nocive varie, dans une étendue non moins grande, de 1, 5 °/o *(Potiron, Ricin)* à 0, 1 °/o *(Maïs)*.

4° Que Mg Cl peut devenir indifférent de 0, 8 °/₀ (*Lupin blanc*) à 0, 05 °/₀ (***Maïs, Soleil***).

5° Que Mg Cl contenu dans l'eau de mer (celle de l'Océan étant prise pour exemple, soit à la proportion de 0, 33 °/₀) peut être très nocif pour le *Cresson alénois ;* ralentir la croissance de celui-ci, du *Maïs*, du *Soleil*, mais ne jamais être capable de tuer immédiatement les jeunes germinations, du moins celles des exemples cités.

6° Que Mg Cl contenu dans l'eau des sources analogues à celle de Hall (0, 50 °/₀) peut tuer immédiatement le *Cresson alénois* et ralentir la croissance du *Maïs* et du *Soleil*.

7° Que Mg Cl contenu dans l'eau des sources analogues à celle de Lunebourg (0, 30 °/₀) peut être très nocif pour le *Cresson alénois* et ralentir la croissance du *Maïs* et du *Soleil*, mais ne jamais être immédiatement mortel.

8° Que Mg Cl contenu dans l'eau des sources analogues à celle de Duremberg (0, 12 °/₀) est toujours indifférent, sauf pour le *Maïs* dont il pourrait diminuer un peu la croissance.

9° Que le chlorure de magnésium a, en général, une nocivité du même ordre de grandeur que le sulfate de magnésium, sauf chez le *Maïs* qui semble pouvoir mieux résister au second qu'au premier.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES

RELATIVES AU MAGNÉSIUM

Les composés du magnésium — à l'exception des phosphates — peuvent tous être plus ou moins nuisibles à la végétation. Lorsqu'ils se trouvent dans le milieu en une proportion suffisamment élevée, leur présence peut, ou tuer les plantes, ou les rendre malades. Cette nocivité est variable avec les espèces et il ne serait pas impossible qu'elle eût une certaine influence sur la répartition géographique des végétaux, si tant est que l'on puisse trouver quelque analogie entre des expériences de laboratoire et ce qui se passe dans la Nature.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

H. Hasselbring and A. Hawkins. — **Carbohydrate transformations in sweet potatoes.** *Journ. of Agric. Research.* Washington, Vol. V, N° 13. Déc. 27, 1915.

Les racines d'*Ipomœa* séparées de leur tige transforment une partie de leur amidon en sucre. Les hydrates de carbone tendent vers un nouvel état d'équilibre qui paraît dépendre surtout de facteurs internes. Cependant il résulte des recherches de l'auteur que l'influence de la température est à considérer dans ce métabolisme.

Les principes amylacés donneraient d'abord naissance à des sucres réducteurs, puis à du saccharose par synthèse des monosaccharides. D'une manière générale, le phénomène suit les lois de Vant' Hoff relatives à la vitesse des réactions chimiques en fonction de la température. Vers + 5° les transformations sont faibles et le nouvel état d'équilibre s'établit lentement, contrairement à ce qui se produit aux environs de 30°.

La conversion de l'amidon en sucre soluble paraît être inhibée par l'activité des tiges. Lorsque les organes aériens sont détruits, l'arrêt du flux de sève élaborée a pour effet de déclancher l'hydrolyse des polysaccharides de réserve, même si les racines sont laissées dans le sol.

E. Michel-Durand

De Toni, Giovanni Battista. — **Nuove osservazioni di teratologia fiorale nella *Digitalis purpurea* L.** (*Atti del Reale Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, Tome LXXVI, 2e partie, 25 Mars 1917, pp. 790 à 836, avec une planche en couleurs).

En 1914, fleurit au Jardin botanique de Modène, une plante de *Digitalis purpurea* L.; les fleurs terminales (c'est-à-dire situées vers l'extrémité de la hampe) étaient anormales, les fleurs latérales, insérées plus bas le long de la hampe étaient parfaitement normales. Parmi les fleurs anormales, celles qui ont pu fructifier ont donné des capsules quadriloculaires, les fleurs normales des capsules biloculaires. L'auteur a ensemencé des graines provenant des deux sortes de fruits; il a toujours obtenu des plantes à fleurs terminales monstrueuses, présentant même souvent des anomalies plus compliquées que celles de la plante-mère. De plus, un grand nombre de ces plantes présentaient des fleurs blanches ou plus ou moins tachetées tandis que toutes les fleurs de la plante-mère avaient la couleur pourpre normale.

Jean Friedel

E. Pfeiffer. — **The sporangio of *Thismia americana*** (*Botanica Gazette*, LXVI, n° 4, Octobre 1918, avec 1 planche.)

Chez les Burmanniacées, comme chez les Orchidées, on observe de genre à autre de grandes variations dans le développement de l'ovule, du sac embryonnaire et de l'œuf. Le sac embryonnaire naît d'une mégaspore qui donne, par divisions successives, une superposition de 2, 3 ou 4 cellules dont la plus inférieure devient le sac embryonnaire ; dans celui-ci la première division du noyau primaire est réductionnelle, hétérotypique chez les genres où se produit la fécondation et homotypique chez ceux où il y a « apogamie ». Ex. : *Burmannia cœlestis* (Ernst, 1909), *Thismia javanica* (Ernst et Bernard, 1909) ; l'embryon est très variable de forme et de complexité, etc.

Dans tous les cas, le sac embryonnaire adulte est normal, les phénomènes de la fécondation aussi, et le noyau secondaire *générateur* de l'endosperme ou albumen entre en division bien avant l'œuf lui-même.

Dans les genres ou l'on ne trouve pas la fécondation, on ne constate naturellement pas d'autre « fusion » que celle des 2 noyaux polaires endospermiques. De plus, ces genres et espèces apogames, les 2 cités plus haut par exemple, ne montrent, comme nous disons, aucune division réductionnelle dans la première mitose de la mégaspore ou cellule-mère du sac embryonnaire. Mais par la suite, les phénomènes évolutifs du développement y sont exactement pareils à ceux observés chez les espèces à fécondation normale. Ernst et Bernard (1912-13) du reste, ne font pratiquement aucune différence entre les genres et les espèces apogames ou non.

Le noyau secondaire du sac, fécondé ou non, donne d'abord par une première division 2 noyaux-filles qu'une cloison cellulosique sépare bientôt en formant deux cellules superposées dont l'inférieure devient l'appareil basal (basal apparate) ou suçoir (*haustorium*) qui surmonte les antipodes petites, assez peu visibles et dès lors reléguées plus bas, en dessous, dans l'extrême fond du sac embryonnaire primitif.

Puis le noyau secondaire fille supérieur, continuant à se diviser, donne au fur et à mesure naissance à des assises pariétales, concentriques et superposées de noyaux qui ne s'isolent par des cloisons que pendant ou un peu avant la première division de l'œuf : quand celle-ci survient, l'endosperme peut ainsi compter déjà jusqu'à 30 noyaux.

L'œuf, fécondé ou non, se divise au moins une fois de la manière ordinaire, pour former un embryon bicellulaire, et, dans ce cas, le plus simple (*Gonyanthes candida*, Treub, 1883), ou tricellulaire (*Burmannia candida*, Johow, 1889), quadricellulaire (*Dictyostegia orobanchoides*, etc.) ou beaucoup plus complexe, multicellulaire et même pourvu d'un suspenseur (*Thismia clandestina*, Ernst et Bernard, 1911).

Mais ici s'accuse une différence d'avec les Orchidées qui sont exalbuminées : les Burmanniacées offrent, d'après Johow, Ernst et Bernard, une sorte de calotte (a cap) ou mieux de coussinet nucellaire (nucellus bolster) au-dessus (c. micropylaire) et au dessous (c. chalazien) du sac embryonnaire qui jouent peut-être un rôle aquifère lors de la germination de la graine.

Mais si l'on possède déjà ainsi des détails précis sur l'histoire du sac embryonnaire chez ces plantes, par contre, on ne sait encore presque rien sur leur pollen : on ne connaît que le mode de pollinisation et la fécondation, et encore pour quelques genres seulement (*Dictyostegia orobanchoides*, Miers, 1851) ; *(Apteria lilacina,* Warming, etc.) : le pollen germe dans les anthères, il y a des masses polliniques (pollinies) et selon toute apparence auto-fécondation, parfois avec l'aide des insectes (Schlechter, in *Thismia Winkleri*, 1907).

L'auteur a étudié spécialement le *Thismia americana.*

Les anthères apparaissent dans le bouton floral bien avant l'ovaire. Leur évolution, *la différenciation des 4 sacs polliniques, et dans ceux-ci des masses de cellules-mères nées de cellules sous-épidermiques*, de l'assise nourricière (tapetum), de la paroi des sacs polliniques, tout cela a été suivi en détail ; un fait est à noter, *l'avortement d'un grand nombre de cellules-mères, si bien que le pollen est toujours peu abondant chez cette espèce.*

Le grain de pollen divise son noyau lors de la déhiscence de l'anthère.

La germination en a été observée : la dissection des styles a mis en évidence, dans leurs tissus, des tubes polliniques. Il semble donc qu'il y ait auto-pollinisation, comme d'ailleurs chez d'autres genres. On n'observe pas de faisceaux de tubes polliniques comme chez les Eubormanniées, l'organisation de la fleur rendant cette formation impossible ou du moins inutile.

Les placentas apparaissent très tard, comparativement à l'évolution du pollen, comme chez les Orchidées : lorsque les tétrades de grains sont déjà formées. Le nucelle et les téguments apparaissent de leur côté l'un après l'autre. *L'archespore* (cellule-mère initiale du sac) *ou mégaspore est hypodermale* (sous-épidermique) *et par divisions répetées axiales ou transverses, donne une série de 3-4 cellules superposées ou collatérales dont la dernière et la plus inférieure devient, comme d'habitude, le sac embryonnaire définitif, les autres ne tardant pas à se résorber.*

Quant au contenu du sac, sa formation et ses caractères sont normaux : oosphère, synergides et noyau secondaire endospermiques sont très grands et les antipodes, quoique plus petites, bien visibles encore. C'est un beau type de sac embryonnaire.

Des tubes polliniques ayant été observés, ainsi qu'il vient d'être dit, dans les tissus conducteurs des styles, *il semble que, contrairement aux dires de Ernst, il puisse y avoir fécondation*, quoique l'auteur n'en ait jamais observé.

Le développement de l'œuf n'a pu être suivi qu'incomplètement : l'embryon définitif est ici multicellulaire avec extrémité supérieure micropylaire brièvement étirée en un court et gros suspenseur ; *l'endosperme, bien développé, est riche en matière de réserve ; on observe aussi dans* *cette espèce les coussinets micropylaires et chalaziens signalés plus haut*, et de plus, entre ces coussinets et l'endosperme, on voit de nombreux hyphes de mycorhizes.

Les essais de germination ont échoué, mais selon toute probabilité ces champignons mycorhizes y jouent, comme chez les Orchidées, un rôle très important.

(Les textes soulignés (italiques) représentent les propositions formulées par l'auteur dans le sommaire (summary) qui termine et résume son travail).

Eugène Licent

Hirotaro Hattori. — **Mikrobiologische Untersuchungen über einige japanische Wasserleitungen** (*Journ. of the Col. of Sc.* vol. XL. 1917 (Tokio).

A côté d'études offrant un intérêt surtout hygiénique telles que celles qui concernent le pouvoir de rétention des germes bactériens par les filtres à sable, on trouve dans ce travail des renseignements biologiques se rapportant à la variation de la végétation microphyte dans les conduites d'eau de Tokyo, Taihoku, Keelung, Kobe, Nagasaki, Yokohama et Hiroshima.

La flore de ces conduites, très variée dans ses éléments constitutifs, comprend des Bactéries (*Bacillus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Streptothrix*), des Champignons (*Aspergillus*, *Penicillum*, *Mucor*, *Verticillium*, *Cladosporium*, *Macrosporium*, *Monilia*, *Botrytis*) et des Algues. A ce propos l'examen du tableau IX permet de constater la prédominance des Chlorophycées : 52 °/₀ de la totalité des espèces. Le reste est constitué par 11 °/₀ de Cyanophycées et 34 °/₀ de Diatomées.

L'auteur essaie de résumer en un tableau ses observations sur la fréquence des éléments floristiques et sur la variation saisonnière de la végétation algologique. Il est difficile de se faire une idée d'ensemble de cette végétation ou plutôt elle est si variable de localité à localité qu'il ne semble pas qu'une même loi en régisse partout l'évolution. Toutefois l'été marque pour toutes les Algues des conduites d'eau un maximum en quantité et en variété.

En ce qui concerne les Bactéries de l'eau, Hattori écrit : Die Keimzahl der Bacterien in Wasser ist im Winter geringer und im Sommer grösser. La consultation des graphiques hors-texte nous fait un peu douter de la généralité de cette affirmation. En vérité nous ne savons à peu près rien de bien positif sur cette question encore complexe de l'œcologie des Bactéries.

Marcel Denis

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Louis **Mangin**, Professeur de Botanique au Muséum national d'Histoire naturelle, est nommé Directeur de cet établissement.

⁂

M. Gaston **Bonnier** est élu Membre associé de la Société royale de Médecine et de Sciences naturelles de Bruxelles.

⁂

M. Raoul **Combes** est nommé Professeur de Botanique appliquée à l'École nationale supérieure d'Agriculture coloniale.

⁂

Le prix des Sciences de la fondation Lasserre, à l'Université de Bordeaux, a été attribué pour l'année 1919 à M. **Sauvageau**, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de cette Université.

⁂

Une nouvelle publication officielle vient de paraître : « *Le Bulletin Officiel de la Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions* ». Son premier numéro en montre tout l'intérêt et témoigne des services considérables que ce nouvel organisme pourra rendre à notre industrie nationale dans l'âpre lutte économique de l'après-guerre. Nous y trouvons notamment d'intéressants renseignements concernant le fonctionnement de nos services publics de Recherches et d'Inventions.

On sait que la Direction des Inventions, des Études et des Expériences techniques, créée au cours de la guerre pour poursuivre le perfectionnement continu de notre outillage militaire, a été, depuis l'armistice, transformée en un organe de paix et est devenue la *Direction des recherches scientifiques et industrielles et des Inventions* rattachée au Ministère de l'Instruction Publique.

Un de ses rôles essentiels est d'assurer une liaison étroite et fructueuse entre la Science et l'Industrie, entre le Laboratoire et l'Usine, entre les Savants et les Industriels.

S'adressant notamment à l'Industriel, elle lui dit :

« Si vous rencontrez dans votre fabrication une difficulté à résoudre, une amélioration à apporter, un perfectionnement susceptible d'augmenter la production et que vous ne disposiez pas des moyens nécessaires pour en poursuivre l'étude d'une façon efficace, n'hésitez pas à faire appel à la *Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions*. Elle suscitera immédiatement les recherches nécessaires, demandera le précieux concours de l'organe scientifique le mieux qualifié et ne négligera rien pour vous apporter avec le maximum de rapidité possible la solution cherchée. »

Cet organe se propose donc de discipliner les efforts et de coordonner les forces éparses des bons ouvriers de la Science et de l'Industrie.

D'autre part, la *Direction des Recherches scientifiques et industrielles et des Inventions* reste, comme durant la guerre, à la disposition de tous les inventeurs pour l'examen de leurs propositions et, s'il y a lieu, pour leur procurer tous les moyens d'action nécessaires à la mise au point de leurs inventions.

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.

SUR LE POIDS ET LES DIMENSIONS
DES
GRAINES ARCTIQUES

par M. A. Erling PORSILD

1. — Avant-propos

Pendant un séjour à Disko, mon père, Morten P. Porsild, Directeur de la Station arctique danoise du Groenland, me chargea d'une recherche sur le poids des graines arctiques. Le sujet m'a été proposé en août 1918. La Station arctique de Disko possédait déjà une collection de graines assez considérable, due aux récoltes de mon père, de mon frère Thorbjœrn Porsild et de moi-même. Il s'agissait de compléter cette collection autant que possible pendant l'automne 1918. Malheureusement, d'extraordinaires chutes de neige pendant l'hiver précédent avaient beaucoup retardé la végétation. De plus, l'automne était très précoce avec neige en septembre et octobre. Dans ces conditions défavorables, il m'était impossible de compléter la collection par des échantillons de toutes les espèces communes qui lui manquaient encore.

L'examen des graines et les pesées ont été faits pendant l'hiver 1918-19. Étant obligé de quitter le Groenland pour un temps indéterminé, il fallait rédiger sans délai ce petit travail, en dépit du manque de quelques types intéressants que je n'ai pu me procurer.

J'ai examiné environ 160 espèces et j'ai fait environ 250 pesées.

Ces recherches permettront, je l'espère, de se faire une idée assez exacte du poids des graines de la flore arctique si pauvre en espèces.

Mes recherches ont été facilitées par les conseils de mon père, il m'a en outre aidé dans la rédaction définitive de ce travail.

2. — Provenance des graines

La plupart du matériel de graines a été récolté de 1906 à 1918 aux environs de la Station arctique sur la côte méridionale de l'île de Disko (69° 15' lat. bor.). Cette contrée est caractérisée par la présence d'un grand nombre de plantes rares, méridionales ou subarctiques. On y rencontre également des végétaux nettement arctiques, en particulier sur les montagnes qui dépassent 1000 mètres d'altitude.

Dans notre collection, certaines espèces étaient représentées par 5 ou 6 échantillons de localités et de dates différentes.

Quelques échantillons de graines d'espèces très rares ont été récoltées au cours de divers voyages de mon père entre le 66° et le 73° de lat. bor. du Groenland occidental.

Les herbiers consultés m'ont été de peu de secours. Ils contenaient le plus souvent trop peu de graines. Je m'en suis servi presque uniquement pour la comparaison et la vérification des déterminations.

Avant mes propres récoltes en 1918, on avait surtout ramassé des graines bien mûres et dont la détermination exacte était facile. Pour cette raison, plusieurs espèces manquent dont on aurait pu facilement se procurer des graines, si on y avait songé plus tôt. Cela est surtout le cas pour certaines Graminées et Composées et pour quelques espèces des genres *Carex*, *Draba*, *Alsine*, *Sagina*.

Quant aux Saules *(Salix)*, ils fournissaient des graines en abondance, mais leurs poils, naissant du funicule, étaient ou bien tombés ou si enchevêtrés qu'il était sinon impossible, du moins très difficile de compter et de peser les graines.

Quelques Éricinées ne sont pas représentées parce que leurs graines mûrissent sous la neige en hiver seulement.

La collection de la Station arctique contient aussi un assez grand nombre d'échantillons de graines alpines provenant de divers jardins alpins de l'Europe. J'en ai tiré profit pour mes études comparatives portant sur des espèces qui, dans les formes identiques ou affines, croissent dans les Alpes et dans les pays arctiques. Il est à remarquer pourtant que les graines alpines provenaient de la culture, ce qui n'était pas le cas de mes matériaux arctiques. Mais les différences qui pourraient en résulter me paraissent négligeables.

Les graines alpines dont je disposais provenaient des jardins alpins suivants :

Jardin Botanique de l'Université Royale d'Upsal : 59° 50′ lat. bor. ; terre basse.

Directeur M. H.-O. Juel, Professeur à l'Université.

Jardin Botanique Alpin, Lindau, sur le lac de Constance : 47° 32′ lat. bor. ; terre basse.

Possesseur, M. H. Sündermann.

Jardin Alpin de la Flore de Suisse, à Rigi-Scheidegg : 47° 10′ lat. bor. environ 1.800 mètres d'altitude.

Directeur, M. H. Bachmann, Professeur à Lucerne.

Jardin Alpin du Col du Lautaret, Alpes occidentales : 45° 6′ lat. bor. 2075 mètres d'altitude.

Directeur, M. M. Mirande, Professeur à l'Université de Grenoble.

En général, les graines arctiques ont été récoltées bien mûres ; on les a laissé sécher à l'air avant de les enfermer dans des cornets. Quelques échantillons d'Orchidées, Pirolacées, Éricinées ont été récoltés aussi mûrs que possible et on les a laissé encore mûrir sur des soucoupes dans le laboratoire. La plupart des échantillons avaient donné auparavant des graines pour la culture de plantules.

Les graines furent conservées dans des cornets de papier et mises dans un tiroir près du plancher de la salle de travail, chauffée pendant tout l'hiver. La température de ce tiroir était en moyenne 10° C. environ. Exceptionnellement, le chauffage fut interrompu pour peu de temps ; la température put alors descendre à quelques degrés en dessous de zéro.

Il est bien connu que le climat arctique est très sec, surtout en hiver. La sécheresse de l'air dans les appartements du Groenland est telle que de vieux meubles de bois de première qualité en souffrent. Le bois des bobines de fil à coudre se contracte à tel point qu'il devient libre et tourne à l'intérieur de la masse continue du fil. Les copeaux de bois s'électrisent et collent aux outils et aux mains des ouvriers, etc. Les graines étaient donc conservées dans des conditions de sécheresse qui ne se présentent guère ailleurs.

3. — Le degré de dessiccation

Pour déterminer le degré approximatif de dessiccation de notre matériel de semences, j'ai choisi 8 échantillons différents représentant :

1) des semences dont le poids exact a été établi par plusieurs pesées rigoureuses ;

2) des semences de dimensions et poids différents ;

3) des semences contenant des matières de réserve diverses.

Dans le tableau suivant le poids spécifique de la semence ne représente pas le chiffre moyen obtenu par les pesées de tous les échantillons de l'espèce en question, mais le poids d'une semence de l'échantillon qui a servi à la détermination du degré de dessiccation. Pour cette raison, je donne ici exceptionnellement toutes les fractions décimales obtenues.

NOM DE L'ESPÈCE	MATÉRIEL ÉTUDIÉ	POIDS SPÉCIFIQUE D'UNE SEMENCE EN MG	MATIÈRES DE RÉSERVE
Pirola minor	graines	0,0007063	
Carex Macloviana	akènes	0,4618	amidon
Polygonum viviparum	bulbilles	3,021	amidon
Papaver radicatum	graines	0,1038	huile
Sibbaldia procumbens	akènes	0,4435	protéines, etc.
Honkenya peploides	graines	11,31	amidon
Cerastium alpinum	graines	0,3336	amidon
Arabis alpina	graines	0,1996	huile

Après avoir déterminé le poids spécifique des semences, on les a pilées dans un mortier en porcelaine. La substance pilée fut mise dans un creuset en porcelaine soigneusement taré, puis pesée et placée pendant 45 minutes dans l'étuve à une température de 100° C. Ensuite, on laissait refroidir les échantillons de substance pilée lentement dans un exsiccateur contenant du chlorure de calcium fraîchement calciné.

Après avoir répété 4 à 5 fois ce traitement, le poids des poudres était à peu près constant. La différence entre le poids initial et le poids final donnait les pertes de poids suivantes :

NOM DE L'ESPÈCE	POIDS DES POUDRES EN GR.		PERTE DE POIDS °/₀
	initial	final	
Pirola minor	0,0093	0,0090	environ 3
Carex Macloviana	0,2797	0,2636	— 6
Polygonum viviparum	1,1022	1,0361	— 6
Papaver radicatum	0,6398	0,6219	— 1,25
Sibbaldia procumbens	0,6366	0,6019	— 5,5
Honkenya peploides	0,8410	0,7897	— 6
Cerastium alpinum	0,5309	0,4927	— 7,5
Arabis alpina	0,2059	0,1966	— 4,5

Le résultat anormal de l'échantillon du *Papaver* est dû à la richesse de ses graines en substances oléagineuses. Les graines en poudre formaient une sorte de pâte gluante qui, dans l'étuve, s'agglomérait en morceaux durs. Les graines d'*Arabis* sont également riches en huile, mais à un degré moindre. Pour cette raison, le résultat obtenu est ici trop faible. On comprend aisément que les graines très petites de *Pirola* ne contiennent que peu d'eau. Chez toutes les autres espèces, la perte subie par la dessiccation dans l'étuve et dans l'exsiccateur varie entre 6 et 7,5 °/₀.

Il est absolument nécessaire de connaître au moins approximativement le degré de dessiccation des semences. Cela ressort de l'expérience suivante. J'ai pesé une petite quantité de semences de chacun des échantillons étudiés ci-dessus (*Pirola* excepté) dans un petit vase en porcelaine à couvercle scrupuleusement taré. Après la pesée, les semences furent mises dans des verres de montre au-dessus d'une cuvette d'eau, le tout couvert d'une cloche en verre. La température était celle de la chambre. Après 5 jours, le poids des semences fut de nouveau déterminé dans le même vase en porcelaine à couvercle. Il ressort de ces expériences que les semences ont absorbé la quantité d'eau suivante :

NOM DE L'ESPÈCE	POIDS EN GR.		ABSORPTION DE L'EAU EN °/₀
	initial	final	
Carex Macloviana	0,272	0,323	18,8
Polygonum viviparum	0,530	0,658	24,2
Papaver radicatum	0,334	0,365	9,3
Sibbaldia procumbens	0,290	0,326	12,4
Honkenya peploides	0,940	1,119	20,1
Cerastium alpinum	0,542	0,612	18,5
Arabis alpina	0,146	0,171	18,4

L'augmentation du poids par l'absorption est donc assez considérable ; elle varie de 1/10 à 1/4 du poids propre des semences. Dans un seul cas, un changement pouvait être constaté extérieurement : le tégument d'*Arabis alpina* était devenu un peu visqueux.

4. – Nettoyage des semences

Aussitôt après la récolte, le matériel fut passé sur des tamis métalliques de calibre différent. Ce nettoyage n'était cependant pas suffisant pour nos besoins, car il y a, dans chaque fruit, des graines qui ne sont pas bien mûres ou mal développées. Il s'agissait de s'en débarrasser pour n'avoir que des graines normales et saines.

A travers le tamis, il passait aussi des fragments de fruits, de fleurs, des anthères, etc., tout ce que le praticien appelle « la poussière ». La plupart des échantillons de graines de plantes à capsules contenaient en plus des quantités assez considérables de sable quartzeux fin. Ceci paraît nettement caractéristique pour les conditions de nos contrées. Beaucoup de capsules sont dressées verticalement et le sable doit y être déposé par le vent. J'étais donc obligé d'appliquer des méthodes plus rigoureuses pour le nettoyage. Les graines relativement grosses furent étendues sur une plaque de verre et les impuretés et mauvaises graines furent enlevées avec un pinceau. Le reste fut déposé dans un verre de montre jusqu'à ce que l'échantillon fut assez abondant. On ne pouvait cependant éviter toute erreur, même chez les graines relativement grosses. Cela ressort de l'exemple suivant : deux échantillons de semences de *Potentilla Vahliana* qui ne se distinguaient ni par leur forme ni par leur couleur ou leurs dimensions, furent pesées, (voir tableau, n^{os} 170-172). Les résultats obtenus différaient à tel point que je pensais tout d'abord à une erreur de détermination, pourtant impossible. J'examinai alors l'anatomie des akènes respectifs au microscope et je constatai que le contenu de toutes les semences de l'échantillon léger était noir et contracté, tandis que les akènes lourds étaient bien remplis et contenaient un embryon normal.

Il était impossible d'employer la méthode précédente pour les graines plus légères, car le pinceau s'électrisait et se chargeait de graines et d'impuretés. J'étendais donc les graines sur une plaque de verre mat ; j'électrisais un pinceau en poil de castor en le frottant faiblement sur du papier et je le passais à quelques millimètres au-dessus des graines. Le pinceau électrisé attirait les impuretés et les graines mal développées plus légères. Le triage se faisait ainsi sans peine.

S'il s'agissait de graines encore plus réduites, cette méthode devenait insuffisante. J'étendais alors les graines de l'échantillon à étudier sur une feuille de papier électrisée par un léger frottement sur un angle de table Lorsque j'inclinais la feuille de papier, les graines lourdes roulaient, tandis que les mauvaises et les impuretés restaient collées au papier. Toutes ces méthodes « électriques » ne réussissaient plus chez les graines de très petites dimensions ; j'obtenais alors les meilleurs résultats en les projetant obliquement et d'une faible hauteur sur une feuille de papier. Le nuage de poussière se déposait suivant la loi de la pesanteur : les graines pures et lourdes s'amassaient d'un côté.

5. — La numération

Notre liste indique combien de graines ont été prises dans chaque pesée. J'ajoute encore que les chiffres ronds, comme par exemple 100, 150, etc. n'ont pas été obtenus en arrondissant : ils ont été comptés réellement. Lorsque les graines étaient petites et la quantité dont je disposais suffisante, j'en prenais un grand nombre pour chaque pesée ; j'en prenais moins si les graines étaient grosses et faciles à compter. Chaque fois que les pesées donnent un chiffre faible, l'erreur doit être insignifiante. En triant les graines, on les comptait en les mettant directement à l'aide du pinceau dans le verre de montre.

Pour les graines petites, il n'était cependant pas possible de se servir du pinceau. Ainsi les graines du *Saxifraga tricuspidata*, relativement petites, mais qui ne sont pas encore les plus difficiles à compter, sont attirées par l'électricité et sautent sur les doigts et même jusqu'à la figure. Je me suis servi ici de la plaque de verre mat, j'ai remplacé le pinceau par une plume d'aile de perdrix de neige, qui n'était guère électrisable.

Pour compter les graines des Orchidées et des Pirolacées, j'en distribuais également une faible quantité sur un porte-objet que je fixais à la platine mobile du microscope. Par un mouvement systématique des vis munies d'échelles et de verniers, je comptais ces graines et je les balayais ensuite dans un verre de montre, jusqu'à ce que la portion soit suffisante pour effectuer une pesée.

Je crois pouvoir affirmer que le nombre de graines dont le poids est supérieur à 1 mg. est rigoureusement exact. Grâce à de nombreuses numérations de contrôle, je suppose que pour les graines dont le poids varie de 1,0 à 0,1 mg., l'erreur sera de 0 — 2 p. c., et pour celles dont le poids varie de 0,1 à 0,001 mg., l'erreur sera de 2 — 5 p. c.

Voici le contrôle d'une petite quantité de graines de *Pirola*, comptées sous le microscope :

Première numération : 230 graines

Deuxième numération : 237 graines.

L'erreur était donc d'environ 3 °/₀ seulement.

6. — Les pesées

Pour peser, j'ai employé une balance de précision ; les gros poids étaient en laiton nickelé, les petits et le cavalier en platine. La balance marquait directement le dixième de mg. et le centième de mg. pouvait être évalué facilement. Chaque jour, avant de commencer le travail, la balance était contrôlée, et sous la cloche il y avait toujours des verres contenant du chlorure de calcium. Pour les pesées, je me suis servi d'un verre de montre dont le poids propre, contrôlé très souvent, est resté chaque fois de 4 g. 2440. Ordinairement, j'ai donné 4 chiffres décimaux, exceptionnellement le cinquième. Le poids toujours constant du verre de montre est une preuve de la justesse de la balance. J'ajoute encore un exemple : un échantillon de *Pirola* contenant 1345 graines (comptées sous le microscope) pesait dans le verre de montre 4 g. 24495 brut. Pendant deux jours de fête, le verre de montre est resté sans qu'on le touchât, sous la cloche de la balance, et le poids a été alors 4 g. 24490. Les divisions ont toutes été calculées par logarithmes à 4 chiffres. Dans le tableau, j'ai donné tous les chiffres obtenus. Je crois cependant qu'il n'y a guère que les 2 premiers chiffres qui soient justes.

7. — Bibliographie

La bibliographie sur le poids des graines me manquait presque complètement. Dans mon tableau de comparaison des graines arctiques avec celles de provenance alpine, j'ai ajouté quelques pesées de graines de plantes alpines faites par M. P. Vogler (Voir C. Schroeter : *Das Pflanzenleben der Alpen,* Zürich, 1908, p. 735.). Malheureusement, l'auteur ne donne aucune indication sur la provenance, la pureté, le degré de dessiccation des graines, ni sur la méthode de pesée, ce qui rend plus difficile la comparaison.

N°	NOM DE L'ESPÈCE	PROVENANCE	NATURE DE LA SEMENCE	NOMBRE DE SEMENCES PESÉES	POIDS SPÉCIFIQUE EN MG	DIMENSIONS PRINCIPALES EN MM	REMARQUES
	Pinaceæ.						
1	*Juniperus communis* L.	Upsala.	Baies.	24	63.75	6.0 × 5.8	
2	— — v. *montana* Ait.	Grl. Qeqertalik 66°30′.	—	24	32.09	5.1 × 5.2	
3	— — —	Grl. N. Strœmfjord 67°50′. 1918.	—	24	55.77	6.5 × 5.8	
	Gramineæ.						
4	*Hierochloë alpina* (Litjebl.) R et S.	Grl. Disko.	Akènes avec glumelles.	29	0.5172		
5	*Alopecurus alpinus* Sm.	Upsala.	— —	100	0.514		
6	— — —	Grl. Disko.	— —	100	0.222		
7	*Trisetum spicatum* (L.) Beauv.	Grl. Disko. 1918.	— —	100	0.231		
8	*Poa glauca* M. Vahl.	Grl. Disko.	— —	100	0.145		
9	*Atropis distans* (L.) Griseb α.	Copenhague. Jardin Bot.	— —	40	0.3499		
10	— — v. *vaginata* (Lge)	Grl. Disko.	— —	40	0.3799		
11	*Festuca ovina* L.	Grl. Disko. 1918.	— —	50	0.6839		
12	— *glacialis* Miégeville.	Lindau.	— —	47	0.3-08		
13	*Elymus arenarius* L. α.	Copenhague. Jardin Bot.	Akènes sans glumelle.	11	11.85		
14	*Elymus arenarius* v. *villosus* E. Mey.	Grl. Disko.	— —	40	6.149		
	Cyperaceæ						
15	*Eriophorum polystachium* L.	Grl. Disko.	Akènes avec poils.	45	0.8978		
16	— *Scheuchzeri* Hoppe.	— —	— —	43	0.5419		
17	— —	— —	— —	43	0.5333		
18	*Carex nardina* Fr.	— —	Akènes avec utricules.	30	0.6125	3.4 × 2.1	
19	— *capitata* Sol.	Grl. Disko. 1918.	— —	122	0.4967	2.8 × 1.6	
20	— *incurva* Lightf.	Grl. Disko.	— —	45	0.4244		2 échant. différents récoltés en même temps, probablement non mûrs.
21	— —	— —	— —	70	0.4657		
22	— —	— —	— —	90	1.368	4.5 × 1.8	
23	—	Upsala.	— —	65	1.191		
24	— *Macloviana* D'Urv.	Grl. Disko.	— —	170	0.4618	3.8 × 1.8	
25	— —	— —	— —	120	0.4558		
26	*Carex canescens* L.	Grl. Pamiagdluk 59°55′.	Akènes avec utricules.	33	0.1303	2.2 × 0.9	
27	— *lagopina* Wahl.	Grl. Disko 1918.	— —	115	0.2974	2.6 × 1.1	
28	— *glareosa* Wahl.	Grl. Disko.	— —	115	0.3026	2.7 × 1.1	
29	— —	— — 1918.	— —	90	0.3044		
30	— *alpina* Sw.	— —	— —	130	0.4184	2.9 × 1.1	
31	— —	— — 1918.	— —	120	0.3832		
32	*Carex holostoma* Drej.	Grl. Atâ-Sund.	— —	57	0.4157	2.3 × 1.4	
33	— *rariflora* (Wahl.) Sm.	— Disko.	— —	75	1.037	3.1 × 1.6	
34	— —	— —	— —	75	0.6519		
35	— *stans* Drej.	— — 1918.	— —	120	0.2000	3.0 × 1.2	
36	— *bicolor* All.	— —	— —	81	0.2494	2.0 × 1 1	
37	— *misandra* R. Br.	— —	— —	50	0.4799	4.1 × 1.1	
38	— *capillaris* L.	— — 1918.	— —	200	0.3278	2.6 × 1.0	
39	— *rotundata* Wahl.	— —	— —	60	0.6782	3.5 × 2.2	
40	— *pulla* Good.	— —	— —	120	0.5125		
	Juncacæ.						
41	*Juncus arcticus* Willd.	Grl. Disko.	Graines.	600	0.02383	0.7 × 0.25	
42	— *alpinus* Vill.	Lautaret.	—	233	0.0236		
43	— *castaneus* Sm.	Grl. Disko.	—	400	0.04199	2.6 × 0.3	
44	— —	— —	—	400	0.04125		
45	— *biglumis* L.	— — 1918.	—	165	0.04181	0.8 × 0.3	
46	— —	— — 1911.	—	330	0.0294		Peut-être incomplètement mûr.
47	— —	— — —	—	330	0.04788		
48	— *triglumis* L.	Lautaret.	—	115	0.0209	0.7 × 0.23	
49	*Luzula parviflora* (Ehrh.) Desf.	Grl. Disko.	—	155	0.3110	1.2 × 0.7	
50	— —	— —	—	155	0.2872		
51	— *spicata* (L.) D.C.	— — 1911.	—	200	0.2330	1.3 × 0.7	
52	— —	— — —	—	200	0.3441		
53	— —	— — 1918.	—	200	0.2650		
54	— —	— — —	—	200	0.3325		
55	— *confusa* Lindeb.	— —	—	200	0.2220	1.0 × 0.7	
56	— —	— —	—	31	0.3065		
57	— *multiflora* (Ehrh.) Lej.	— —	—	200	0.3721	1.4 × 0.7	
58	— —	— —	—	150	0.3660		2 échantillons différents récoltés en même temps.
59	— —	— —	—	150	0.3960		
	Liliaceæ.						
60	*Tofieldia palustris* Huds.	Grl. Disko.	Graines.	400	0.02725	0.7 × 0.36	
61	— —	— —	—	400	0.03100		
62	— *calyculata*	Lautaret.	—	160	0.02500		

N°	NOM DE L'ESPÈCE	PROVENANCE	NATURE DE LA SEMENCE	NOMBRE DE SEMENCES PESÉES	POIDS SPÉCIFIQUE EN MG	DIMENSIONS PRINCIPALES EN MM	REMARQUES
	Orchidaceæ.						
63	***Habenaria hyperborea*** **(L.) R. Br.**	Grl. Disko.	Graines.	1081	0.00111		
	Betulaceæ.						
64	***Betula nana*** **L.**	Grl. Disko. 1918.	Akènes.	200	0.1545	1.9 × 1.9	
65	— —	— — 1911.	—	200	0.1246		
66	— ***glandulosa*** **Michx.**	Upsala.	—	100	0.116		
67	***Alnus incana*** **Moench.**	—	—	50	0.4340		
68	— —	Lautaret.	—	50	0.7019		
69	— ***viridis*** D. C.	—	—	40	0.4750		
	Polygonaceæ.						
70	***Oxyria digyna*** **(L.) Hill.**	Grl. Disko. 1909.	Akènes.	80	0.6375	4.6 × 4.1	
71	— —	— — 1918.	—	80	0.7199		
72	— —	Rigi-Scheidegg.		75	1.317		
73	— — ***var. elatior.***	Upsala.	—	60	1.392		
74	***Rumex acetosella*** **L.**	Lautaret.	—	24	0.7335		
75	***Polygonum viviparum*** **L.**	Grl. Disko.	—	28	1.332	2.9 × 1.8	
76	—	— —	Bulbilles.	80	3.021	variables !	
77	— —	Lindau.	—	43	6.884	de 4.0 × 2.5	
78	— —	Upsala.	—	40	4.163	à 3.0 × 1.75	
	Portulacaceæ.						
79	***Montia lamprosperma*** **Cham.**	Grl. Disko. 1912.	Graines.	70	0.2843	1.2 × 1.0	
80	— —	— —	—	80	0.2526		
81	— —	— — 1918.	—	100	0.2950		
	Caryophyllaceæ.						
82	***Honkenya peploides*** **(L.) Ehrh.**	Grl. Disko.	Graines.	52	11.48	3.8 × 2.6	2 pesées différentes du même échantillon.
83	— —	— —	—	52	11.14		
84	***Alsine verna*** **(L.) Wahl.**	Lindau.	Graines.	667	0.08561		
85	— —	Grl. Disko.	—	645	0.04917	0.6 × 0.5	
86	***Stellaria borealis*** **Big.**	— — 1918.	—	200	0.1470	1.0 × 0.8	Non mûr.
87	***Cerastium cerastioides*** **(L.) Britt.**	— —	—	275	0.2004	1.1 × 1.1	
88	— ***alpinum*** L.	— —		189	0.3068	1.2 × 1.2	
89	—	— —	—	220	0.3336		2 pesées différentes du même échantillon.
90	— —	— —	—	120	0.3516		
91	***Melandrium apetalum*** **(L.) Fenzl.**	Grl. Waygat.	—	50	0.0800	de 1.5 × 1.5 à 2.0 × 2.0	
92	— —	— —	—	73	0.0883		Échantillon d'herbier.
93	— ***affine*** **J. Vahl.**	Grl. Disko.	—	214	0.1561	1.4 × 1.0	
94	— —	— —	—	300	0.1274		
95	***Melandrium triflorum*** **(R. Br.) Vahl.**	— —	—	260	0.07923		2 pesées différentes du même échantillon.
96	***Melandrium triflorum*** **(R. Br.) Vahl.**	— —	—	225	0.08578	1.0 × 1.0	
97	***Melandrium triflorum*** **(R. Br.) Vahl.**	— —	—	200	0.09701		
98	***Silene acaulis*** **L.**	— —	—	115	0.2200	1.0 × 1.0	Échantillon petit mais très bon.
99	— —	— — 1918.	—	160	0.2287		Très ample échantillon.
100	— —	Rigi-Scheidegg.	—	64	0.2969		
101	***Viscaria alpina*** **(L.) Fenzl.**	Grl. Disko.	—	417	0.04388	0.7 × 0.5	
102	— —	— —	—	280	0.05299		
103	— —	Lindau.	—	345	0.05508		
104	— —	Upsala.	—	367	0.05557		
	Ranunculaceæ.						
105	***Ranunculus pygmæus*** Wahl.	Grl. Disko 1911.	Akènes.	230	0.06305		2 petits échant. différents peut-être incomplètement mûrs.
106	— —	— — 1918.	—	78	0.06026		
107	— ***nivalis*** **L.**	— — 1918.	—	173	0.4428	2.4 × 1.2	
108	— ***hyperboreus*** Rottb.	— —	—	354	0.2566	1.6 × 1.0	2 pesées différentes du même échantillon.
109	— —	— —	—	347	0.2510		
110	— ***lapponicus*** **L.**	— —	—	226	1.623	3.7 × 1.5	
111	***Thalictrum alpinum*** **L.**	— —	—	275	0.3990	1.9 × 1.0	
112	— —	Lautaret.	—	42	1.212	3.4 × 1.2	akènes petits, mais bien développés.
	Papaveraceæ.						
113	***Papaver radicatum*** Rottb.	Grl. Disko.	Graines.	1000	0.1038	0.8 × 0.6	
114	— —	Upsala.	—	841	0.1352		
115	— —	Lautaret.	—	500	0.071		Échantillon défectueux, détermination incertaine.

N°	NOM DE L'ESPÈCE	PROVENANCE	NATURE DE LA SEMENCE	NOMBRE DE SEMENCES PESÉES	POIDS SPÉCIFIQUE EN MG.	DIMENSIONS PRINCIPALES EN MM.	REMARQUES
	Cruciferæ.						
116	*Arabis alpina* L.	Grl. Disko.	Graines.	240	0.1984	1.3 × 1.2	
117	— —	— —	—	240	0.1966		
118	— —	Rigi-Scheidegg.	—	240	0.2217		
119	— —	Lindau.	—	240	0.1250		
120	— —	Lautaret.	—	240	0.1888		
121	— —	Upsala.	—	240	0.1596		
122	— *Holboelli* Horn.	Grl. Disko.	—	175	0.2206	1.4 × 1.1	
123	— —	— —	—	53	0.2340		
124	— *Hookeri* Lange.	— Ikerasak, 70°30′.	—	215	0.06558	1.0 × 0.5	
125	— —	— Eqe.	—	215	0.07117		
126	— *arenicola* (Rich.) Gel.	— Waygat.	—	115	0.1156	1.0 × 0.6	Sol additionné d'engrais.
127	— —	— Nûgssuaq.	—	230	0.1131		
128	*Braya purpurascens* (R. Br.) Bunge.	— Atanikerdluk.	—	140	0.1828	de 1.5 × 0.7 à 1.0 × 0.5	
129	— —	— Nûgssuaq.	—	280	0.1421		Echantillon d'herbier.
130	*Cochlearia officinalis* L. var.	— Hare-Oe.	—	80	0.2313	1.1 × 0.9	
131	*Cochlearia officinalis* var. *oblongifolia* (D. C.) Gel.	— Disko.	—	80	0.5013	1.3 × 1.1	
132	*Draba aurea* M. Vahl.	— Diskofjord.	—	96	0.06146	1.1 × 0.6	Peut-être non mûr.
133	— *nivalis* Liljebl.	— Disko.	—	200	0.03400	1.0 × 0.65	Echantillon défectueux.
134	— *hirta* L.	— Prœven 72°23′.	—	250	0.09361		Echant. bon d'herbier.
135	— —	— Igdlorssuit 71°14′.	—	250	0.08321	1.2 × 0.9	— —
136	— —	— Disko.	—	250	0.1648		— —
137	— *arctica* G. Vahl.	— Igdlorssuit.	—	210	0.08716	1.0 × 0.7	— —
138	— Wahlenbergii Hartm.	Rigi-Scheidegg.	—	250	0.1324		
139	*Lesquerella arctica* (Wormskj.) Wats.	Grl. Waygat.	—	?	un peu inférieur à 1 mg.	1.6 × 1.4	Pesée perdue.
	Crassulaceæ.						
140	*Rhodiola rosea* L.	Upsala.	Graines.	80	0.1543	de 1.5 × 0.4 à 2.0 × 0.7	
141	*Sedum villosum* L.	Grl. Disko.	—	200	0.0185	0.6 × 0.3	
	Saxifragaceæ.						
142	*Saxifraga oppositifolia* L.	Grl. Disko. 1918.	Graines.	120	0.08916	1.0 × 0.35	Echant. inégal, défectueux.
143	— *Aizoon* (L.) Jacq.	— — —	—	170	0.04595	0.6 × 0.3	
144	— —	Lindau.	—	220	0.07046	0.8 × 0.4	
145	— —	Lautaret.	—	300	0.04600		
146	— *aizoides* L.	—	—	400	0.03725		
147	— *groenlandica* L.	Grl. Disko.	—	500	0.04919		
148	— —	— —	—	340	0.04998	de 0.6 × 0.3 à 0.8 × 0.4	
149	— —	— Holsteinborg.		400	0.04399		
150	— *nivalis* L.	— Disko.		400	0.03849	de 0.6 × 0.3 à 0.9 × 0.4	
151	— —	— — 1918.	—	400	0.03799		
152	— *rivularis* L.	— —	—	600	0.02667	0.6 × 0.4	
153	— *tricuspidata* Rottb.	— —	—	500	0.03121		
154	— —	— —	—	300	0.04534	0.8 × 0.3	
155	— —	— —	—	420	0.03568		
	Rosaceæ.						
156	*Sibbaldia procumbens* L.	Grl. Disko 1918.	Akènes.	200	0.4455	1.0 × 0.8	
157	—	Lindau.	—	200	0.4936		2 échantillons différents.
158	— —	—	—	107	0.5709		
159	— —	Rigi-Scheidegg.	—	200	0.4421		
160	*Potentilla anserina* L. v. *groenlandica* Ser.	Grl. Ameralik.	—	23	0.6262	2.1 × 1.5	Échantillon d'herbier.
161	*Potentilla anserina* L. v. *Egedii* Wormskj.	— Disko.	—	58	0.6569	1.8 × 1.5	
162	*Potentilla anserina* L. v. *Egedii* Wormskj.	— —	—	150	0.6294		
163	*Potentilla nivea* L. coll.	— —	—	150	0.2257		
164	—	—	—	150	0.2940	1.6 × 1.1	
165	— —	— — 1918.	—	150	0.2533		
166	— —	Upsala.	—	150	0.5253		
167	— *alpestris* Hall. f. coll.	Grl. Disko.	—	150	0.3887	1.4 × 1.1	
168	— —	Upsala.	—	150	0.5000		
169	— *gelida* C. A. Mey.	—	—	100	0.7780		
170	— *Vahliana* Lehm.	Grl. Disko.	—	115	0.5235	1.7 × 1.6	3 échantillons récoltés en même temps. Voir le texte page 108.
171	— —	— —	—	150	0.3581		
172	— —	— —	—	115	0.3617		
173	*Dryas octopetala* L.	Upsala.	—	12	0.7667		
174	— *integrifolia* M. Vahl.	Grl. Disko.	—	104	0.4298	akène sans style : 3.4 × 0.5	On a pesé les akènes avec leurs styles allongés.
175	— —	— —	—	106	0.3727		
176	— — v. *canescens* Simm.	— Nûgssuaq.	—	73	0.4494		

Nº	NOM DE L'ESPÈCE	PROVENANCE	NATURE DE LA SEMENCE	NOMBRE DE SEMENCES PESÉES	POIDS SPÉCIFIQUE EN MG.	DIMENSIONS PRINCIPALES EN MM.	REMARQUES
177	*Alchimilla alpina* L.	Upsala.	Akènes	115	0.5921		
178	— —	Lautaret.	—	115	0.7410		
179	— *glomerulans* Bus.	Grl. Disko.	—	130	0.2638	1.8 × 1.4	
180	— —	— —	—	130	0.2662		
181	*Rubus arcticus.*	Upsala.	Fruits entiers sans calice	20	4.065		
	Papilionaceæ.						
182	*Oxytropis campestris* (L.) D.C.	Rigi-Scheidegg.	Graines	40	2.347		
183	— *lapponica* (Wahl.) Gay.	— —	—	50	1.702		
184	*Phaca alpina* Wulf.	Lindau.	—	13	8.044		
185	— *frigida* L.	Alpes, 2200m leg-Braun-Blanquet.	—	14	1.814		Echant. d'herbier non mûr.
186	*Astragalus alpinus* L.	Alpes, 2200m leg-Braun-Blanquet.	—	66	2.124		Echantillon d'herbier
187	*Hedysarum obscurum* L.	Alpes, 1650m leg-Braun-Blanquet.	Articles de la gousse avec graine.	32	5.356		— —
	Empetraceæ.						
188	*Empetrum nigrum* L.	Grl. Disko.		42	1.543	de 2.0 × 1.0 à 2.5 × 1.4	
	Onagraceæ.						
189	*Chamænerium latifolium* (L.) Spach.	Grl. Disko.	graines sans poils.	43	0.1744	1.8 × 0.5	
190	*Chamænerium latifolium* (L.) Spach.	— — avril 1919!	— —	40	0.1375		
191	*Epilobium anagallidifolium* L.	Upsala.	— —	31	0.07096	1.3 × 0.4	
192	*Epilobium lactiflorum* Hausskn.	—	— —	150	0.08067	1.3 × 0.4	
193	— *Hornemanni* Rchb.	Grl. Disko.	— —	65	0.04615	1.0 × 0.3	
194	— *palustre* L. v. labradoricum Hausskn.	— —	— —	26	0.077	1.5 × 0.5	
	Hippuridaceæ.						
195	*Hippuris vulgaris* L.	Upsala.	Fruits.	50	0.546	1.7 × 0.9	
	Umbelliferæ.						
196	*Archangelica officinalis* Hoffm.	Grl. Disko.	Akènes simples.	45	7.863	10.2 × 7.9	3 échantillons également bien développés.
197	— —	— —	—	45	5.848	7.6 × 5.0	
198	— —	— —	—	45	3.805	7.2 × 4.6	
	Pirolaceæ.						
199a	*Pirola minor* L.	Grl. Disko.	Graines.	1345	0.0007063		Le même échant.; entre a et b, 2 jours de séchage au chlorure de calcium.
199b	— —	— —	—	1345	0.0006692		
200	— *secunda* L. v. *obtusata* Turcz.	— —	—	804	0.001368		
201	*Pirola grandiflora* Rad.	— —	—	875	0.0016		
	Rhodoraceæ.						
202	*Loiseleuria procumbens* (L.) Desv.	Grl. Disko.	Graines.	112	0.0134		
203	*Phyllodoce cœrulea* (L.) Bab.	— — 1918.	—	400	0.0135		
	Ericaceæ.						
204	*Harrimanella hypnoides* (L.) Cov.	Grl. Disko.	Graines.	62	0.01129		
205	*Cassiope tetragona* (L.) Don.	— — avril 1919.	—	705	0.009219		
206	*Arctostaphylos Uva Ursi* (L.) Spreng.	— Itivneq 67°.	Baies.	8	118.75		
207	*Arctostaphylos Uva Ursi* (L.) Spreng.	— Lautaret.	—	4	73.8		
208	*Arctostaphylos alpina* (L.) Spreng.	— Disko.	—	6	34.0		
209	— —	Lindau.	—	6	40.4		
	Vacciniaceæ.						
210	*Myrtillus uliginosa* v. *microphylla* Lange.	Grl. Disko.	Baies.	16	11.51		
	Primulaceæ.						
211	*Primula mistassinica* Michx.	Grl. Atâ env. 70°	Graines.	200	0.02750	de 0.5 × 0.3 à 0.7 × 0.5	Échant. d'herbier.
212	— —	— Itivdlinguaq 66°29'	—	85	0.06823		Échant. d'herbier de capsules hivernées.
213	— *farinosa* L.	Rigi-Scheidegg.	—	180	0.09221		
214	— *egaliksensis* Wormskj.	Grl. Igaliko 61°.	—	135	0.02667	0.4 × 0.4	Échant. d'herbier.

N°	NOM DE L'ESPÈCE	PROVENANCE	NATURE DE LA SEMENCE	NOMBRE DE SEMENCES PESÉES	POIDS SPÉCIFIQUE EN MG.	DIMENSIONS PRINCIPALES EN MM.	REMARQUES
215	*Androsace septentrionalis* L.	Upsala.	Graines.	200	0.1970		
216	— *Chamæjasme* Host.	Lindau.	—	33	0.6031		
	Gentianaceæ.						
217	*Gentiana nivalis* L.	Grl. Disko.	Graines.	325	0.03693	0.65 × 0.32	
218	— —	— —	—	325	0.03754		
	Plumbaginaceæ.						
219	*Statice maritima* (L.) v. *sibirica* Turcz.	Grl. Disko.	Akènes.	51	1.530	4.0 × 1.5	
220	*Statice maritima* (L.) v. *sibirica* Turcz.	— —	—	50	1.996		
	Diapensiaceæ.						
221	*Diapensia lapponica* L.	Grl. Disko 1918.	Graines.	200	0.033	de 0.4 × 0.3	
222	— —	Grl. Disko 1911.	—	200	0.032	à 0.65 × 0.5	
	Polemoniaceæ.						
223	*Polemonium cœruleum* L.	Laùtaret.	Graines.	100	1.116		
224	— *pulchellum* Bunge.	Lindau.	—	100	0.762		
	Borraginaceæ.						
225	*Mertensia maritima* (L.) Gay.	Grl. Disko 1910.	Akènes.	75	1.405	4.0 × 2.1	
226	— —	Grl. Disko 1911.	—	75	1.945		
	Scrophulariaceæ.						
227	*Veronica alpina* L.	Grl. Disko.	Graines.	485	0.0365	0.65 × 0.5	
228	*Veronica alpina* L.	Grl. Disko.	Graines.	250	0.0416	0.65 × 0.5	
229	— —	— —	—	400	0.0473		
230	— *fruticans* Crantz.	— 1918.	—	400	0.043		
231	*Bartschia alpina* L.	— —	—	300	0.1910		
232	— —	— —	—	300	0.2066		
233	*Euphrasia arctica* Lange.	— — 1918.	—	300	0.2754	1.4 × 0.6	
234	*Pedicularis flammea* L.	— —	—	400	0.4984	2.0 × 0.8	
235	— —	— — 1918.	—	275	0.4505		
236	— *hirsuta* L.	— —	—	325	0.3687		
237	— —	— —	—	325	0.3108	1.8 × 0.9	
238	— —	— — 1918.	—	340	0.3129		
239	— *lanata* (Willd.) Ch. et Schl.	— —	—	94	0.9895	3.6 × 1.7	
240	*Pedicularis lanata* (Willd.) Ch. et Schl.	— —	—	200	0.8851		
	Plantaginaceæ.						
241	*Plantago alpina.*	Lindau.	Graines.	100	0.748		
	Campanulaceæ.						
242	*Campanula uniflora* L.	Grl. Disko.	Graines.	150	0.1027	1.1 × 0.4	
243	— *rotundifolia* L.	— —	—	116	0.06	1.0 × 0.35	Échant. défectueux.
	Compositæ.						
244	*Gnaphalium norvegicum* Gunn.	Grl. Disko.	Akènes avec aigrette.	250	0.08112		
245	*Artemisia borealis* Pall.	Grl. Ameralik env. 64°.	—	150	0.07932		Échant. d'herbier peut-être incomplètement mûrs.
246	— —	Grl. Disko.	—	120	0.085		
247	*Arnica alpina* Laest.	— —	—	100	0.862	3.5 × 0.7	Akènes de fleurs tubuleuses seulement. Les fleurs ligulées semblent être stériles, sans doute à cause de la rareté des insectes.
248	— —	— —	—	86	0.745		
249	— *montana* L.	Lindau.	—	20	0.735		
250	*Taraxacum phymatocarpum* J. Vahl.	Grl. Patût.	—	56	0.8557		
251	*Taraxacum phymatocarpum* J. Vahl.	Grl. Nûgssnag 70°30′.	—	44	0.7659		
252	*Taraxacum groenlandicum* Dahlst.	Grl. Arsivik.	—	55	0.7818		
253	*Taraxacum croceum* Dahlst. coll.	Grl. Disko 1918.	—	80	1.059		
254	—	— —	—	50	0.929		Échant. d'herbier.

8. — Résultats

Si l'on groupe les fruits et les graines arctiques d'après leur poids, on peut distinguer 6 groupes :

Ier GROUPE : *Poids supérieur à 1.0 mg.*

Baies de *Juniperus*, *Empetrum*, *Myrtillus*, *Arctostaphylos Uva Ursi*, *A. alpina* ; et probablement les fruits non étudiés de *Vaccinium Vitis Idæa*, *Streptopus amplexifolius*, *Sorbus americana*. Parmi ces espèces, *Empetrum* et *Myrtillus uliginosa* seuls s'étendent jusqu'aux plus hautes latitudes ; les 3 dernières espèces dépassent à peine la limite de la forêt.

Les fruits indéhiscents de *Polygonum viviparum*, *Ranunculus lapponicus*, *Archangelica*, *Mertensia maritima*, *Statice maritima* v. *sibirica*, *Taraxacum croceum*.

Les graines de *Honkenya peploides* et des Papilionacées arctiques, peu nombreuses.

Les bulbilles de *Polygonum viviparum*.

IIe GROUPE : *Poids de 1.0 à 0.5 mg.*

Hierochloë alpina, *Eriophorum polystachium*, *E. Scheuchzeri*, *Carex rariflora*, *C. pulla*, *C. rotundata*, *C. incurva*, *C. nardina*, *Alnus*, *Oxyria*, *Rumex acetosella*, *Cochlearia*, *Potentilla anserina* var., *Dryas*, *Alchimilla alpina*, *Hippuris*, *Pedicularis lanata*, *Arnica alpina*, *Taraxacum phymatocarpum* (et sp. aff.), *T. groenlandicum* (et spec. aff.).

Dans ce groupe, on trouvera aussi les espèces subarctiques de *Hieracium* et peut-être encore quelques espèces de Graminées, de Cypéracées et *Plantago decipiens*.

IIIe GROUPE : *Poids de 0.5 à 0,1 mg.*

La plupart des Graminées et des Cypéracées arctiques : *Alopecurus alpinus*, *Trisetum spicatum*, *Poa glauca*, *Atropis distans*, *Carex capitata*, *C. Macloviana*, *C. canescens*, *C. lagopina*, *C. glareosa*, *C. alpina*, *C. holostoma*, *C. stans*, *C. bicolor*, *C. misandra*, *C. capillaris*, les différentes espèces de *Luzula*, *Betula nana*, *Montia*, les différentes espèces de *Cerastium* et de *Stellaria*, *Melandrium affine*, *Silene acaulis, Ranunculus nivalis, R. hyperboreus, Thalictrum alpinum, Papaver, Arabis alpina, A. Holboelli, A. arenicola, Rhodiola,* les espèces de *Potentilla* non halophiles, *Alchimilla glomerulans, Chamænerium latifolium, Pedicularis hirsuta, P. flammea, Euphrasia arctica, Bartschia alpina, Campanula uniflora.*

IVe GROUPE : *Poids de 0.1 à 0.05 mg.*

Les espèces d'*Alsine, Sagina, Melandrium apetalum, M. triflorum, Viscaria alpina, Ranunculus pygmæus, Arabis Hookeri,* les espèces de *Draba,* les espèces d'*Epilobium, Primula mistassinica, Campanula rotundifolia, Gnaphalium norvegicum, Artemisia borealis.*

Ve GROUPE : *Poids de 0.05 à 0.01 mg.*

Les espèces de *Juncus, Tofieldia* (*Draba nivalis*), *Sedum villosum,* les espèces de *Saxifraga, Harrimanella hypnoides, Loiseleuria procumbens* et probablement la plupart des autres Ericacées et des Rhodoracées, *Diapensia, Primula egaliksensis, Veronica alpina, V. fruticans,* espèces de *Gentiana.*

VIe GROUPE : *Poids inférieur à 0.01 mg.*

Cassiope tetragona.
Pirolacées et Orchidacées.

Cette énumération fait ressortir clairement le principal résultat de mes recherches :

Les plantes arctiques, naines dans leurs parties végétatives, sont naines aussi dans leurs fruits et dans leurs graines. Le poids des fruits et des graines d'environ 3/4 des espèces que j'ai pu étudier est inférieur à 0.5 mg. Mais le nombre relatif des graines légères aurait été plus élevé encore, si on avait pu étudier toutes les espèces nettement arctiques à l'exclusion des végétaux subarctiques. La petitesse des dimensions des graines peut être regardée comme une conséquence du climat défavorable ; la courte durée de la période de végétation ne suffit pas pour mûrir des graines et des fruits volumineux. On peut la considérer aussi comme une adaptation à la dissémination. L'utilité de graines et de fruits légers est incontestable dans un pays où le vent constitue l'agent de dissémination de beaucoup le plus important.

Je n'essayerai pas de grouper les plantes que j'ai étudiées d'après le mode de dissémination. Ce classement est un travail à part et qui devrait embrasser toute la flore arctique. Il convient cependant de faire remarquer que parmi les graines et fruits *lourds* se trouvent :

1° tous les fruits charnus ;

2° les graines et fruits de la plupart des plantes littorales ;

3° parmi les anémochores quelques types de plantes pourvues d'organes spécialement adaptés au transport par le vent (*Archangelica, Statice, Taraxacum*).

En terminant, je voudrais insister sur le fait que les graines des végétaux arctiques sont aussi relativement légères, si on les compare aux graines de mêmes espèces ou d'espèces voisines des Alpes ou de la zone tempérée. Mes termes de comparaison étant restreints, je voudrais attirer l'attention des botanistes sur ce fait. On trouvera suffisamment de points de comparaison dans ma liste des graines arctiques. Je me borne ici à donner quelques exemples choisis qui caractérisent spécialement le faible poids relatif des graines arctiques.

LISTE DES SEMENCES ARCTIQUES PLUS LEGÈRES QUE CELLES DES LOCALITÉS DE LA ZONE TEMPÉRÉE OU DES ALPES

NOM DE L'ESPÈCE	MATÉRIEL	ZONE TEMPÉRÉE					ZONE ARCTIQUE
		PAYS DE PLAINE		ALPES			
		Upsala	Lindau	Rigi	Lautaret	D'après M. P. Vogler	Groënland
Juniperus communis.	Baies.	63.8					de 32.0 à 58.0
Juniperus communis var. *montana.*	—						
Alopecurus alpinus.	Akènes avec glumelle.	0.51					0.22
Elymus arenarius.	Akènes sans glumelle.	11.85					6.15
Elymus arenarius var. *villosus.*	—						
Oxyria digyna.	Akènes.			1.31			0.68
Polygonum viviparum.	Bulbilles.	4.16	6.88				3.02
Alsine verna.	Graines.		0.086			0.07	0.045
Silene acaulis.	—			0.30			0.23
Viscaria alpina.	—	0.056	0.055				0.047
Thalictrum alpinum.	Akènes.				1.21		0.40
Saxifraga aizoon.	Graines.		0.071		0.046		0.046
Sibbaldia procumbens.	Akènes.		0.54	0.44			0.45
Potentilla nivea.	—	0.53					0.26
Potentilla alpestris (*P. maculata* Pourr)	—	0.50					0.39
Primula farinosa.	Graines.			0.092			0.068
Primula mistassinica.	—						

J'ai trouvé deux cas qui s'opposent à la règle énoncée ; ce sont les suivants :

Cerastium alpinum, poids des graines d'après M. P. Vogler 0. 25 mg., tandis que mes pesées donnaient 0. 33 mg.

Pour l'*Arabis alpina*, une différence semblable, quoique plus faible pouvait être constatée :

Groënland 0. 20 mg, Upsala 0. 16, Rigi-Scheidegg 0. 22, Lindau 0. 13, Lautaret 0. 19 mg.

9. — Thèses de Schuebeler

Dans son ouvrage *Vækstlivet i Norge*, 1879, p. 85 et dans plusieurs travaux postérieurs, F. C. Schuebeler a émis, on le sait, six thèses sur les modifications dans l'organisation de plantes cultivées sous l'influence du climat boréo-arctique et alpin. La troisième thèse est formulée ainsi :

« Les dimensions et le poids des graines des différents végétaux « augmentent si on les cultive plus au nord, pourvu que leur déve« loppement normal soit assuré. Leurs dimensions et leur poids « diminuent par contre et reviennent aux dimensions et aux poids « initiaux si on ramène ces végétaux dans leur pays d'origine. Les « feuilles de plusieurs arbres et d'autres plantes se comportent de « même ».

Les résultats de mes recherches ne concordent pas avec cette assertion. D'autres avant moi ont déjà contesté l'exactitude des thèses de Schuebeler. Ainsi M. N. Wille (v. *Biol. Centralbl.*, 25, 1905, p. 561) fait remarquer que la thèse ci-dessus repose sur une expérience, peu rigoureuse d'ailleurs, de cultures en masse. Il dit, en outre, que l'essai d'exportation des semences de la Norvège boréale dans des contrées plus méridionales, entrepris sous l'influence des thèses de Schuebeler, n'a pas eu le résultat attendu, et qu'il a dû bientôt être abandonné.

Disko (Groënland) Station arctique danoise (Avril 1919).

UN *JATROPHA* DIOÏQUE DE MADAGASCAR

par M. H. JUMELLE

Nous avons déjà, en décembre 1910, dans une autre Revue (1), donné une description rapide, et d'ailleurs incomplète, d'un arbre qui, dans le Sud-Ouest de Madagascar, est le *betatatra* des Mahafaly ; et, rapportant, sous réserves, cette espèce au genre *Jatropha*, nous l'avions, dès ce moment, provisoirement nommée *Jatropha mahafalensis*. Une première étude de ses graines oléagineuses était alors en cours ; il nous avait paru utile, ainsi que nous l'expliquions, d'établir une diagnose qui, malgré ses lacunes, apportât aux résultats de ces recherches chimiques quelque précision, en permettant tout au moins une identification et un classement approximatifs de la plante productrice.

Les fleurs femelles nous étaient inconnues, et nous ne savions pas avec certitude si l'espèce était monoïque ou dioïque.

Maintenant que nous possédons des matériaux plus complets, nous confirmons notre première détermination, et nous pouvons, en même temps, parfaire notre description antérieure.

Le *betatatra* est un arbre de 5 à 6 mètres de hauteur. Son tronc, parfois légèrement renflé un peu au-dessus du sol, et à surface lisse, est souvent rameux dès la base. Il s'en écoule, lorsqu'on l'incise, un liquide abondant, d'abord incolore, mais brunissant ensuite à l'air, et qui laisse par évaporation une sorte de tannogomme brune, sèche et friable. Les jeunes rameaux desséchés sont blanchâtres, à surface bosselée et sillonnée.

---

(1) H. JUMELLE : Un pulghère de Madagascar. *Les Matières grasses*, déc. 1910.

Les feuilles que portent ces jeunes rameaux sont longuement pétiolées et leur limbe est divisé jusqu'aux deux tiers environ en trois lobes. Pour un limbe d'une longueur de 6 cm. sur une largeur totale de 8 cm., le pétiole a 8 cm. Ce pétiole est un peu élargi et épaissi à son insersion sur le rameau. Les lobes sont ovales ou triangulaires, suivant que les bords sont droits ou convexes au-dessus des sinus ; leur sommet est aigu et finement acuminé. Dans chacun, les nervures secondaires forment avec la nervure principale un angle très ouvert ; leurs extrémités s'unissent en une nervure marginale, à 2 mm. à peu près du bord.

L'espèce est dioïque.

Les inflorescences mâles sont des cymes courtes pauciflores, subterminales aux extrémités des rameaux foliaires ; le pédicelle principal de la cyme a environ 1cm. Dans ces fleurs mâles, le calice, haut de 6mm environ, est gamosépale sur une longueur de 2 mm, 5 ; les cinq lobes sont ovales, obtus, longs de 3 mm, 5, de 2 mm de largeur à la base, glabres sur les deux faces. La corolle est glabre également, jaune veinée de rouge ; ses cinq pétales, libres, sont obovales, arrondis au sommet, et ont 9 mm. sur 5. Avec ces cinq pétales alternent cinq glandes assez grosses (1 mm 5 environ). L'androcée est formé de 8 étamines à filets longuement soudés, disposées sur deux verticilles. Les cinq étamines du verticille externe sont un peu plus courtes (8 mm) que les trois étamines du verticille interne (9 mm, 5). Les filets de ces 8 étamines sont soudés sur 5 mm environ ; les anthères sont dorsifixes, et toutes sont finalement rabattues vers l'extérieur.

Sur les pieds femelles, d'après M. Perrier de la Bâthie, — à qui nous devons tous les échantillons étudiés — chaque rameau ne porte ordinairement, lorsqu'il s'agit de pieds sauvages, qu'une fleur terminale ; au contraire, sur les pieds cultivés, qui sont ceux que nous avons vus, la floraison est beaucoup plus abondante, et les fleurs, aux extrémités des rameaux, sont groupées, comme les fleurs mâles, en cymes pauciflores subterminales.

La fleur femelle est sensiblement plus grande que la fleur mâle. Le calice est moins fortement gamosépale ; les sépales, imbriqués dans le bouton, ne sont soudés qu'à la base. Ces sépales, ovales ou vaguement triangulaires, sont obtus ou peu aigus ; ils ont 4 mm. sur 3.

Les pétales, de même forme obovale que ceux de la fleur mâle, ont 13 mm. sur 7.

A l'intérieur du périanthe sont les mêmes glandes que dans la fleur de l'autre sexe. L'ovaire, à trois loges, est surmonté de trois styles de 3 mm., à stigmates bifides (2 mm.).

Le fruit est une capsule drupacée, tricoque, presque globuleuse, de 25 mm. de diamètre environ. Les graines, à tégument blanc jaunâtre, de 15 mm. environ de longueur, sont ovoïdes aplaties, arrondies aux deux extrémités, mais beaucoup plus larges à une de ces extrémités (12 à 15 mm.) qu'à l'autre (8 à 10 mm. près du sommet).

Tous les caractères précédents peuvent être résumés dans la diagnose suivante : *Arbor* 5-6 *m. alta, foliis longe petiolatis, lamina ultra medium trilobata, lobis ovalibus, apice acutis. Flores dioici : floris masculi sepalis basi connatis, glabris ; petalis obovalibus, apice rotundis ; staminibus* 8, *filamentis longe connatis,* 5 *exterioribus,* 3 *interioribus longioribus ; floris fœminei sepalis triangularibus, breviter connatis ; petalis floris masculi, sed majoribus ; ovario triloculari, cum* 3 *stylis bifidis. Fructus drupaceus, dehiscens, tricoccus ; semen late ovoideum, compressum.*

Au cours de notre première étude, et alors que l'espèce nous était signalée comme probablement monoïque, nous l'avions sans grand doute placée dans le genre *Jatropha*. Sa dioecie pourrait nous rendre aujourd'hui plus hésitants, puisque la monoecie semble le caractère constant de toutes les espèces du genre jusqu'alors connues. A cette particularité près, tous les caractères du *betatatra* sont cependant bien ceux du *Jatropha* ; on ne saurait, par contre, songer au genre *Ricinodendron*, qui est à espèces dioïques, mais dans lequel les filets staminaux sont complètement libres.

Si, d'autre part, nous tenons compte du fait que, dans beaucoup de genres de familles diverses, des espèces dioïques avoisinent des espèces monoïques sans qu'une subdivision de ces genres ait été jugée nécessaire, nous nous croyons en droit de maintenir notre première dénomination, tout en notant la possibilité de la dioecie chez les *Jatropha*. Et cette particularité constitue, au point de vue botanique, l'un des caractères les plus intéressants de la nouvelle espèce.

L'huile donnée par les graines du *Jatropha mahafalensis*, dans la proportion de 60 °/₀ de l'amande (celle-ci représentant 75 °/₀ de la graine complète), est demi-siccative et est voisine, à divers égards, de l'huile de *Jatropha Curcas* ; elle peut convenir pour la savonnerie.

Nous avons fait allusion plus haut à la culture de la plante dans le Sud-Ouest malgache. Cette culture est, en effet, assez fréquente dans la région de Tuléar. Comme pour le pignon d'Inde, la multiplication par bouturage est facile.

INFLUENCE DES MATIÈRES DE RÉSERVE DE L'ALBUMEN DE LA GRAINE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON

par M. Achille URBAIN

Dans une graine à albumen, l'embryon paraît être indépendant de ses réserves auxquelles il est accolé plus ou moins intimement : le degré d'adhérence de la plantule à son albumen variera avec la nature de celui-ci, et surtout avec la position de l'embryon vis-à-vis de cette masse nutritive.

La nature de la réserve albuminée est en effet variable et, suivant sa composition, on peut avoir des albumens : oléagineux, amylacés, cornés, gélatineux, charnus.

En comparant deux de ces albumens différents, par exemple celui du Ricin, qui est oléagineux, à celui de la Belle-de-Nuit, qui est amylacé, on constate que l'embryon du Ricin sera beaucoup plus difficilement isolable que celui de la Belle-de-Nuit : ses cotylédons étant en effet plus intimement soudés à la matière de réserve que ne le sont ceux de la Belle-de-Nuit.

D'autre part, la plantule peut occuper par rapport à l'albumen des dispositions variables. L'embryon peut être, en effet, ou plongé au sein du tissu albuminé (Ricin, Fenouil, Nigelle, etc.) ou avoir une position extérieure à cette masse nutritive, soit qu'il l'entoure complètement (Epinard, Belle-de-Nuit, etc.), soit qu'il applique contre lui la face externe de son cotylédon (Graminées).

On comprend, par suite, qu'il sera plus facile de rendre indépendant un embryon de Blé extérieur à ses réserves, qu'un embryon de

Ricin qui, outre sa grande adhérence à l'albumen, est entouré complètement par lui.

Et c'est ainsi qu'en isolant un grand nombre d'embryons de graines les plus diverses, nous avons été appelé à nous demander jusqu'à quel point pouvait aller l'indépendance de la plantule vis-à-vis de son albumen, et si on pouvait impunément le lui enlever sans nuire à son développement ultérieur.

Historique. — Le degré d'indépendance qui existe entre l'embryon et les réserves nutritives qui lui sont ajoutées dans la graine, a fait l'objet de quelques travaux antérieurs.

Sachs (1), en opérant sur quelques graines (de Maïs en particulier), a montré que la plantule pouvait vivre un certain temps en dehors de ses réserves. Il a énoncé le premier que la relation des embryons vis-à-vis de leur albumen était comparable à celle d'un parasite vis-à-vis de son hôte.

Ensuite A. Gris (2), dans un remarquable mémoire sur la germination, a signalé incidemment qu'il avait obtenu un commencement de germination de l'embryon de Balisier, séparé de son périsperme.

Plus tard Van Tieghem (3) a démontré que l'embryon de Belle-de-Nuit pouvait se développer en une petite plante verte sans le concours de l'albumen. Mais il n'obtenait pas une évolution complète de cette Nyctaginée ; la gemmule, d'après lui, pour se développer, nécessitant la présence des réserves albuminées.

Dans d'autres expériences, il a remplacé l'albumen de cette graine par une préparation artificielle de composition sensiblement voisine. Il parvenait de cette façon et dans la majorité des cas à obtenir le développement de la plantule.

Bloeiszewski (4) reprenant ces recherches, expérimenta sur des graines diverses. Il voulait mettre en évidence le degré d'indépendance que pouvaient posséder les embryons vis-à-vis de leurs réserves.

---

(1) Sachs. (*Botan. Zeit.*, 1862).

(2) A. Gris. Recherches sur la germination (*Annales des Sciences naturelles*, 1864, T. II, p. 107).

(3) Van Tieghem. Recherches physiologiques sur la germination (*Annales des Sciences naturelles*, 1873, T. XVII).

(4) Blociszewski. *Landwirths. Jahrbuch*, t. V, p. 146 et *Jahresbericht. d. Agri. Chemie*, 1875).

Il a constaté aussi que des plantules de Maïs, de Seigle, etc., plus ou moins séparées de leur albumen pouvaient germer.

Van Tieghem (2), en 1884, dans son Traité de Botanique, a résumé ces quelques travaux :

« L'embryon isolé, dit-il, s'il est suffisamment volumineux, pousse sa radicule, allonge sa tigelle, épanouit ses cotylédons, en un mot devient une plantule mais ne développe pas sa gemmule et plus tard dépérit (Belle-de-Nuit, etc.) »

Enfin, Brown et Morris (1) dans un important travail, se sont étendus d'une façon très complète sur la germination de l'Orge. Ils ont montré plus spécialement que l'embryon de cette Graminée, séparé de son albumen, poursuit assez bien son développement quand il est au contact de solutions nutritives organiques. Par contre, en culture sur milieu humide ordinaire, il n'arrive jamais à une évolution complète.

Il résulte donc de l'ensemble de ces travaux qu'une certaine indépendance existerait entre l'embryon et ses réserves, la plantule isolée pouvant végéter un certain temps, mais étant dans l'impossibilité de développer sa gemmule et par suite de poursuivre son développement.

Les insuccès des expérimentateurs semblent être dus aux conditions un peu trop défavorables dans lesquelles ils ont opéré. Car, en effet, en reprenant ces expériences sur une longue série de graines et avec certaines précautions indispensables, nous avons toujours obtenu les résultats les plus satisfaisants.

Nous avons divisé ce travail en deux parties. La première comprendra l'examen de graines à albumen. Nous y étudierons plus spécialement l'action de la matière albuminée sur le développement de l'embryon. La deuxième sera consacrée à l'étude détaillée et comparée des modifications morphologiques, externes et internes pouvant exister sur les plantes provenant des embryons exalbuminés expérimentalement.

---

(3) **Van Tieghem.** (*Traité de Botanique*, 1884, p. 903).

(1) Brown et Morris. Recherches sur la germination de quelques Graminées (*Journal of the Chimic. Society*, juin 1890).

CHAPITRE PREMIER

INFLUENCE DE L'ALBUMEN SUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON

Nous allons, dans ce chapitre, comparer le développement d'embryons privés de leur albumen avec celui de plantules identiques mais albuminées. Nous expérimenterons successivement sur des espèces variées de manière à étudier s'il y a lieu l'influence de la nature de l'albumen.

Nos expériences ont été faites pendant les mois de février, mars ou avril, suivant les espèces étudiées. Avant d'entrer dans leur détail, exposons d'une façon rapide la « *technique* » suivant laquelle nous avons séparé l'embryon de ses réserves albuminées et suivi ultérieurement le développement de la plantule ainsi obtenue.

Nous commençons par placer les graines que nous débarrassons, quand il y a lieu, de leurs enveloppes ligneuses, dans de l'eau, à une température voisine de 20° et pendant un certain temps (24 heures en moyenne). Leurs tissus se gonflent, se ramollissent et l'extraction de l'embryon devient ainsi plus facile. Nous opérons celle-ci habituellement sous l'objectif d'un microscope binoculaire et au grossissement de 27. Il faut pour cela agir avec précaution, car la moindre atteinte aux organes essentiels peut nuire considérablement au développement ultérieur de la plantule et la rendre, en particulier, plus accessible à l'attaque des moisissures.

Les embryons une fois isolés sont disposés au fond d'une assiette sur un buvard humecté par une solution de Knop à la concentration totale de $0^{g},5$ par litre, c'est-à-dire par une solution aqueuse de 5 sels dans les proportions suivantes :

4 g. azotate de calcium.
1 g. sulfate de magnésium
1 g. phosphate de potassium.
1 g. chlorure de potassium.
traces de chlorure de fer.

L'assiette est ensuite recouverte d'une cloche de verre et mise en serre à une température que l'on maintient entre 20 et 25°. On soumet, en outre, la plantule à un éclairement favorable au développement de la chlorophylle.

Il faut opérer le plus aseptiquement possible, laver en particulier les cloches et les assiettes à l'eau distillée, afin d'éviter l'envahissement du buvard par les moisissures.

En prenant des précautions, qui ont toujours été suffisantes, nos embryons ont évolué, dans la majorité des cas, d'une façon régulière.

Au bout d'un certain temps (variable avec les espèces étudiées), lorsque la gemmule est assez développée et que les racines sont assez vigoureuses, les jeunes plants sont mis en pot. Mais à ce moment, par suite des manipulations qu'ils ont subies, ils sont délicats, très sensibles aux variations de température et ont besoin de soins particuliers. Il sera donc nécessaire de ne les amener que progressivement dans le milieu où ils prennent d'habitude leur développement complet. Pour cela, on les maintient encore quelques jours en serre chaude, à 20° ou 25°, puis quand ils semblent posséder une vitalité suffisante, que leur taille s'est légèrement accrue et leur gemmule développée, ils sont transportés en serre froide à 12°-15°. Plus tard enfin, lorsqu'ils sont acclimatés à ce nouveau milieu, c'est-à-dire lorsqu'ils recommencent à poursuivre leur croissance qui a été légèrement entravée par cet assez brusque changement de température, on les met en pleine terre où il est plus facile de suivre leur évolution.

Première série d'expériences
portant sur le Blé *(Triticum sativum)*
l'Avoine *(Avena sativa)* et l'Orge *(Hordeum vulgare)*.

Nous sommes partis pour chaque espèce de 20 caryopses aussi comparables que possible et après les avoir débarrassés de leurs glumelles, nous les mettons à ramollir sur du papier buvard humide pendant trois heures, puis nous isolons 5 embryons qui constituent le lot P^{1}. Les poids moyens de ces plantules et de leur albumen correspondant sont les suivants :

	AVOINE	BLÉ	ORGE
Embryons :	0^{g}, 007	0^{g}, 011	0^{g}, 012
Albumen :	0^{g}, 033	0^{g}, 074	0^{g}, 58

On remarque ici que la gemmule est légèrement aplatie et reste jaunâtre dans tous les cas.

Ces embryons et les graines témoins sont ensuite mis en germination à 20° sur du buvard imprégné par la solution de Knop, et en ayant soin de maintenir la partie plane du cotylédon en contact avec le milieu humide. Le scutellum, en effet, paraît avoir un pouvoir absorbant considérable et en opérant ainsi, on facilite de beaucoup la formation des racines adventives.

Le deuxième jour, on recommence les mêmes opérations sur 5 autres graines ; on aura ainsi 5 plantules qui forment le lot P^2 et dont les poids moyens sont :

Avoine	Blé	Orge
0g, 013	0g, 017	0g, 016

Quand au poids de l'albumen, il n'a pas sensiblement varié.

A ce moment, le Blé a sa gemmule légèrement redressée et laisse déjà apparaître à l'extérieur 2 ou 3 racines adventives (fig. 1 et 2).

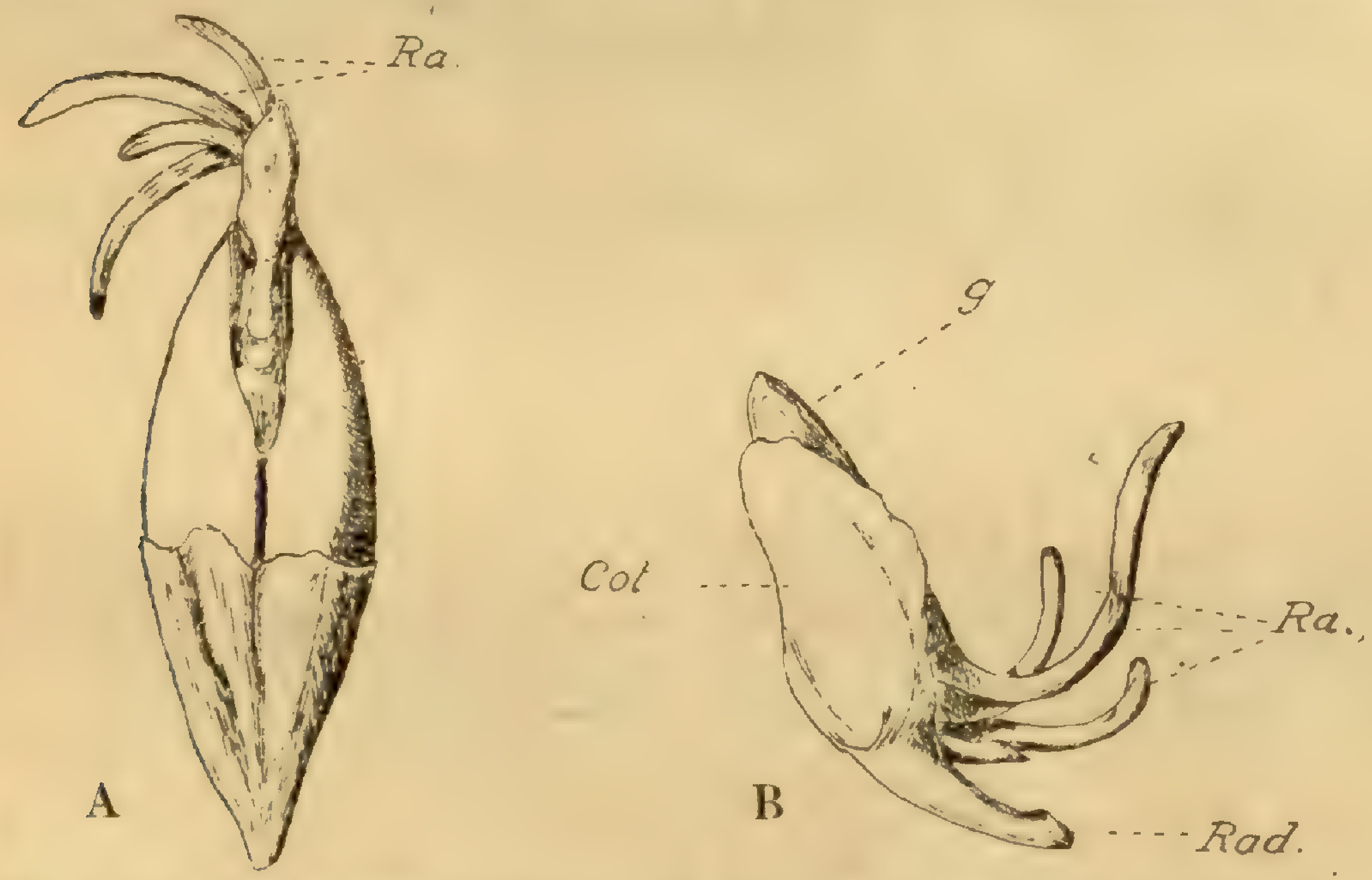


Fig. 1 et 2. — Blé (*Triticum sativum*) le 2e jour de la germination. *A*, grain entier en voie de germination ; *B*, plantule séparée de son albumen ; *g*, gemmule ; *col*, cotylédon ; *Rad*, radicule ; *Ra*, racines adventives (grossi 6 fois).

L'Avoine ne présente qu'une légère élongation de sa gemmule (fig. 4 B), il en est de même de l'Orge où dans quelques cas cependant une racine adventive commence à se montrer (fig. 3 A).

Le troisième jour, nous isolons encore cinq autres embryons qui constituent le lot P^3. Les poids moyens des plantules et de leur albumen sont les suivants :

	AVOINE	BLÉ	ORGE
Embryons :	0g, 015	0g, 024	0g, 019
Albumen :	0g, 032	0g, 072	0g, 056

On note donc qu'à cette époque l'albumen reste à peu près intact ; il est d'ailleurs très ferme et a le même aspect extérieur qu'au premier jour de l'expérience.

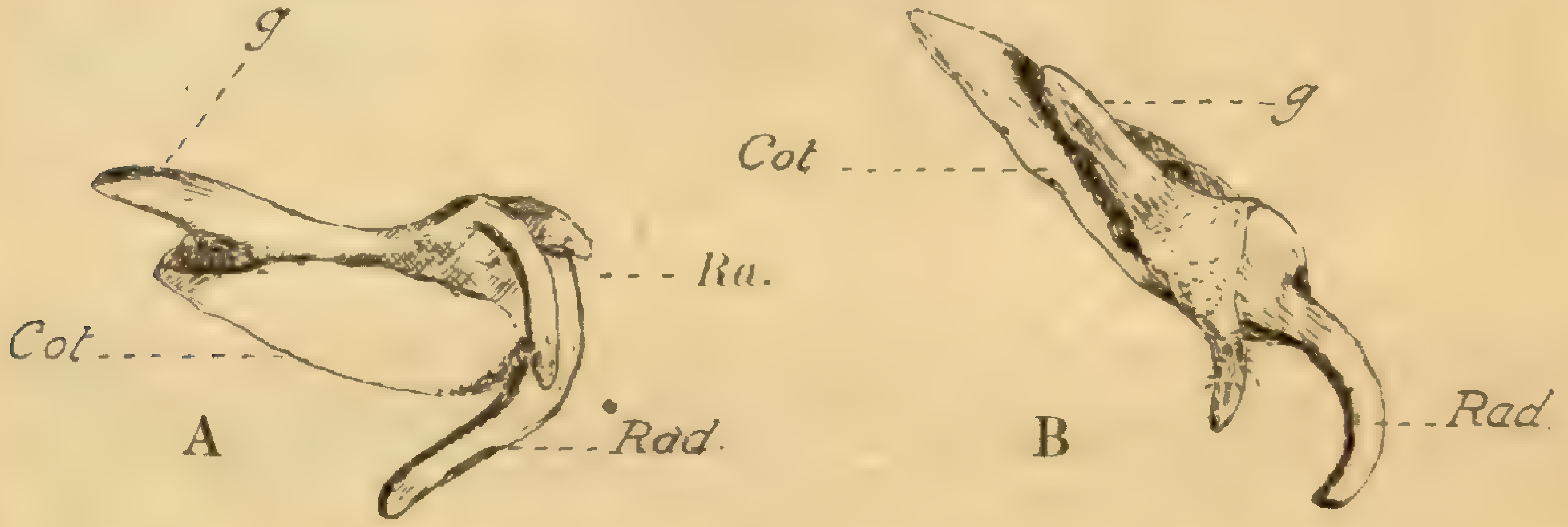


Fig. 3 et 4. — *A*, Plantule d'Orge *(Hordeum vulgare)* ; *B*, Plantule d'Avoine *(Avena sativa)* au 2e jour de la germination. *g*, gemmule ; *Cot*, cotylédon ; *Rad*, radicule ; *Ra*, racine adventive (grossi 6 fois).

En outre, on peut constater, et aussi bien chez les embryons isolés que chez les graines intactes :

1° que de nombreuses racines adventives apparaissent ;

2° que la gemmule s'est redressée.

Mais la gemmule n'est verte que chez les embryons du lot P^3 et chez les témoins ; elle reste encore jaunâtre chez les autres.

Nous pouvons, à ce moment, étant donné le développement des embryons, prendre dans les trois lots les mensurations des différentes parties de la plantule et les comparer entre elles. Ensuite, nous comparerons les poids des embryons isolés à ceux des plantules albuminées.

Nous donnons ici un tableau comparatif de longueurs des parties constituantes des embryons. Nous avons choisi comme plus caractéristique le 3e jour de l'expérience.

		Avoine	Blé	Orge
Lot P^1	gemmule	1 mm 5	2 mm 5	1 mm 5
	1re Rac. adventive	6 mm	8 mm 5	6 mm 5
Lot P^2	gemmule	2 mm	3 mm 5	3 mm
	1re Rac. adventive	7 mm	10 mm	8 mm
Lot P^3	gemmule	3 mm 5	6 mm 5	4 mm 5
	1re Rac. adventive	12 mm	17 mm	14 mm

De la comparaison de ces chiffres, il résulte donc que la gemmule et la première racine adventive formée sont à peu près deux fois plus longues chez les plantules qui ont conservé leur albumen (lot P^3) que chez les embryons des lot P^1 et P^2 qui en sont privés.

D'autre part, le troisième jour de l'expérience, les embryons du lot P^1 pèsent :

Avoine	Blé	Orge
0^g, 010	0^g, 013	0^g, 014

Ils ont donc gagné du 1er au 3me jour 0^g,002 pour le Blé et l'Orge, et 0^g,003 pour l'Avoine. Si nous comparons maintenant cette augmentation à celle correspondante des plantules du lot P^3 qui est de 0, 013 pour le Blé, 0^g, 008 pour l'Avoine et 0^g, 007 pour l'Orge, nous constaterons que les plantules albuminées ont pris un accroissement de poids qui dépasse de 6 fois et demie pour le Blé, de 3 fois et demie pour l'Avoine et de sensiblement 2 fois et demie pour l'Orge, l'accroissement correspondant des embryons du lot P^1.

Nos embryons et les témoins restent ensuite maintenus en serre à une température de 20° ; l'on suit chaque jour les progrès de leur développement. Si au 7me jour de l'expérience, on compare les embryons des lots P^1, P^2, P^3 aux plantules témoins, on constate alors :

1° Que les plantules albuminées présentent une gemmule très développée, redressée, très verte (une feuille commence même à s'étaler chez quelques plants de Blé). Les racines sont nombreuses, très vivaces et abondamment pourvues de poils absorbants.

A cette date, leur albumen ne pèse d'ailleurs plus que 0^g, 028 chez le Blé, 0^g, 022 chez l'Orge et 0^g, 018 chez l'Avoine : dans tous les cas, il est devenu mou et paraît être en voie de digestion.

2° Que les embryons du lot P^3 ne diffèrent guère comme aspect des précédents.

3° Que ceux des lots P^1 et P^2 tout en étant bien vivaces sont beaucoup plus rabougris ; leur gemmule n'est encore verte qu'à son extrémité supérieure ; leurs racines adventives moins nombreuses sont toujours plus courtes et ne portent qu'une couronne étroite de poils absorbants.

Ces différences ressortent fort bien à la lecture du tableau comparatif relatif à la longueur des gemmules et des racines adventives :

		AVOINE	BLÉ	ORGE
Lot P^1	gemmule	15 mm	20 mm	18 mm
	Rac. adventive	25 mm	31 mm	27 mm
Lot P^2	gemmule	16 mm 5	21 mm	18 mm
	Rac. adventive	28 mm	35 mm	30 mm
Lot P^3	gemmule	25 mm	35 mm	32 mm
	Rac. adventive	40 mm	48 mm	47 mm
Témoins albuminés	gemmule	35 mm	45 mm	40 mm
	Rac. adventive	50 mm	65 mm	60 mm

Le 7me jour, tous les embryons isolés et 5 témoins sont mis en pots et laissés en serre à 18°-20°. Trois jours après, on constate que tous vivent et ont acquis un nouveau développement. A cette date, soit le 10me jour de l'expérience, ils sont mis en serre froide à 10-12° où ils s'acclimatent assez facilement et où l'on suit quotidiennement leur évolution.

Le 20me jour, on note que toutes les plantules se sont développées ; les témoins ont plusieurs feuilles étalées et prédominent légèrement sur les plantules du lot P^3 qui ont le même aspect général ; par contre, celles des lots P^1 et P^2 sont moitié moins hautes et ne portent qu'une feuille étalée.

A cette date, nous mettons toutes ces plantes en pleine terre où nous suivrons ultérieurement leur développement.

On peut, *en résumé*, conclure de cette première expérience que l'albumen n'a pas été indispensable au développement des plantules qui en ont été privées. L'albumen agirait, en effet, autant par sa présence que par sa matière, puisque les plantules isolées le 3me jour, alors que cette réserve nutritive paraît encore intacte, ont presque le même aspect extérieur que celles qui sont restées en permanence en contact avec leur albumen. La présence même passagère de la matière albuminée a donc surtout pour résultat d'augmenter sensiblement le poids de l'embryon et de favoriser l'accroissement de ses différentes parties pendant les premières phases du développement.

Deuxième expérience
portant sur la « Belle-de-Nuit » *(Mirabilis Jalapa).*

Nous prenons 30 graines de poids très comparable que nous dépouillons non seulement de leur involucre ligneux, mais encore de la fine membrane jaune qui entoure le fruit. Ces graines ont un albumen farineux placé dans la concavité des feuilles cotylédonaires dont seule l'interne est en contact avec lui. Il est assez facile, avec un peu d'expérience, d'écarter les cotylédons et d'en extraire l'albumen : celui-ci a l'aspect d'une boulette blanchâtre creusée, sur une face, d'un profond sillon dû à l'empreinte de la radicule.

Le 1^er^ jour de l'expérience nous enlevons, à 5 de ces graines, leur albumen dont le poids moyen est de 0^g^, 05. Les embryons isolés constituent le lot P^1 et chacun d'eux présente deux *cotylédons* blanchâtres mais d'aspect un peu différent ; l'externe ayant, en effet, une longueur de 4 mm. alors que l'interne n'a que 3 mm. Ces cotylédons sont supportés par une *tigelle* de 1^mm^ 5 qui est continuée par une *radicule* incurvée sur elle-même qui mesure 5 mm.

Ces embryons et les graines témoins sont, comme dans nos expériences précédentes, mis en germination à 25° sur du papier buvard imprégné par la solution de Knop.

Le lendemain, on isole 5 autres plantules qui forment le lot P^2 et dont les cotylédons commencent à verdir, les externes mesurent 5 mm., les internes conservant leur dimension primitive de 3 mm. Les tigelles ont une dimension de 3 mm. Quant aux radicules, elles tendent à se redresser et ont en moyenne 6 mm. de longueur. L'albumen, ici, pèse encore 0^g^, 05.

Le 3^me^ jour on recommence les mêmes opérations sur 5 nouvelles graines. Les embryons isolés constituent le lot P^3 ; ils possèdent des cotylédons verdâtres (l'externe ayant 6 mm. de longueur, l'interne 4^mm^ 5), une tigelle qui commence à s'allonger et qui mesure en moyenne 7 mm., et une radicule riche en poils absorbants complètement redressée et ayant 5 mm. de longueur (fig. 5).

A ce moment, en outre, l'albumen ne pèse que 0^g^, 04 et a donc cédé 0g, 01 de ses matières de réserve à l'embryon. Si nous comparons à cette date les lots P¹ et P² aux embryons albuminés, nous ne constatons aucune différence dans le développement de ces diverses plantules, si ce n'est cependant un accroissement plus marqué de la tigelle des plants albuminés qui dépasse de 1mm5 celle des embryons ex-albuminés.

Ces plantules et les graines témoins sont laissées ensuite, comme précédemment, en serre à 25° où nous suivrons chaque jour les progrès de leur développement. Le 7me jour de l'expérience nous pourrons ainsi constater :

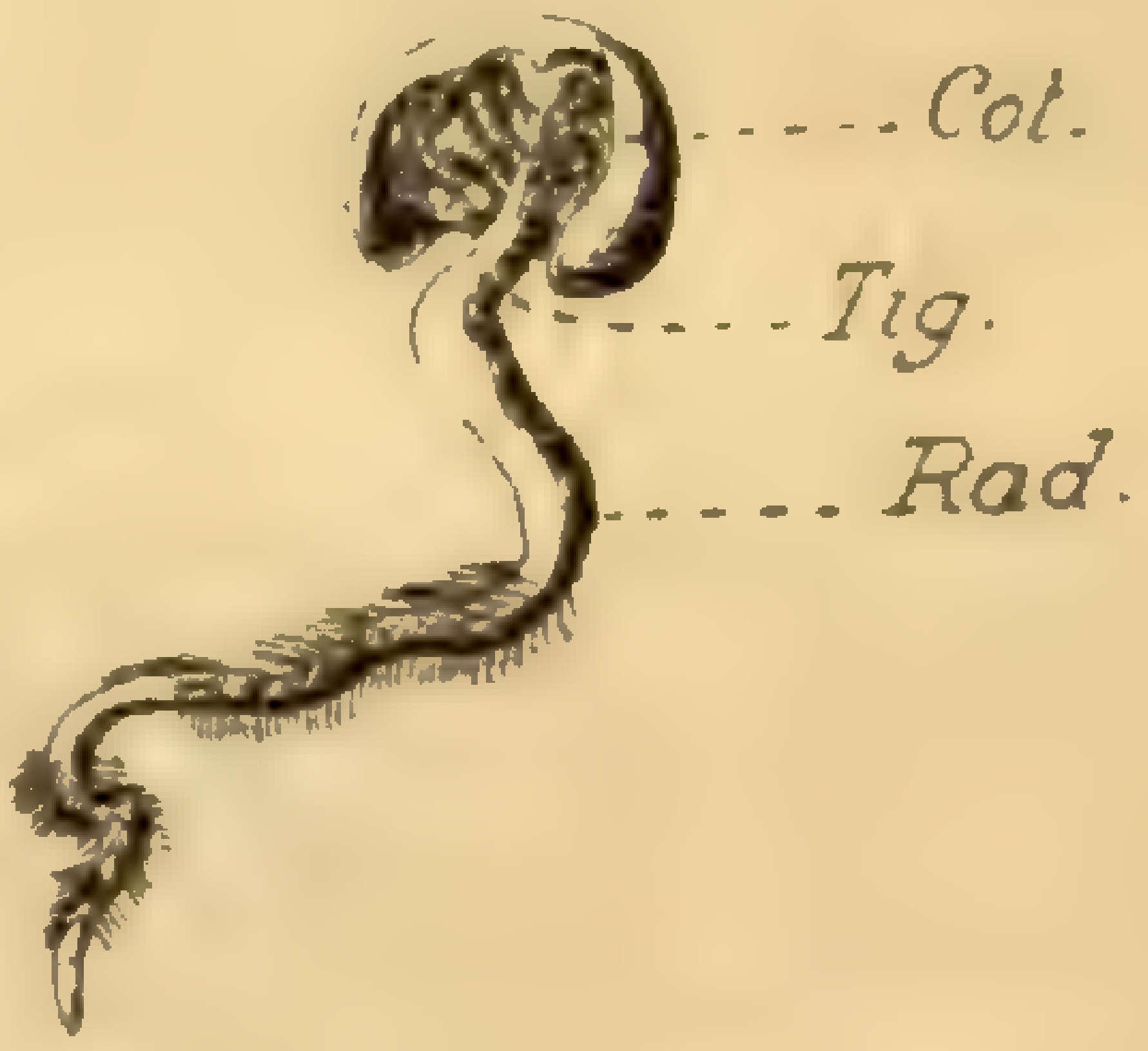


Fig. 5. — Belle-de-Nuit (*Mirabilis Jalapa*). Plantule le 3me jour de la germination. *Cot.*, cotylédon ; *Tig.*, tigelle ; *Rad.*, radicule (grandeur naturelle).

1° Que les plantules albuminées présentent des *cotylédons* égaux, longuement pétiolés et verts (à la face inférieure de l'interne se trouve, dans quelques cas, des traces d'albumen blanchâtre), une *tigelle* verte et très développée ; une *gemmule* en voie d'évolution qui commence déjà à différencier le premier entre-nœud, et enfin une *radicule* très longue et riche en radicelles.

2° Que les embryons du lot P³ ont sensiblement le même aspect que les précédents.

3° Que ceux des lots P¹ et P² sont bien moins développés ; leurs cotylédons sont étroits et à pétioles courts ; la radicule moins longue ne possède que deux ou trois radicelles et on ne remarque pas, en outre, de développement appréciable de la gemmule.

L'ensemble de ces différences ressort fort bien à la lecture du tableau comparatif de la longueur des cotylédons, tigelles et radicules que nous donnons ci-dessous :

	COTYLÉDONS	TIGELLE	RADICULE
Lot P¹	11 mm	15 mm	20 mm
Lot P²	12 mm	16 mm	20 mm
Lot P³	21 mm	25 mm	35 mm
Témoins albuminés	23 mm	30 mm	40 mm

Le 7^{me} jour, tous les embryons des lots P^1, P^2, P^3 et 5 témoins sont mis en pots et laissés en serre à 25°. Quatre jours après on constate que tous vivent et se sont développés suffisamment. A cette date, soit le 11^{me} jour de l'expérience, ils sont mis en serre froide où, chaque jour, nous suivons les progrès de leur croissance.

Le 20^{me} jour on notera que tous les embryons ont acquis un développement remarquable. Les témoins ont des feuilles cotylédonaires très larges, très vertes, longuement pétiolées ; la gemmule a développé un premier entre-nœud de 40 mm. qui présente, à son extrémité supérieure, deux feuilles opposées complètement étalées (fig. 6).

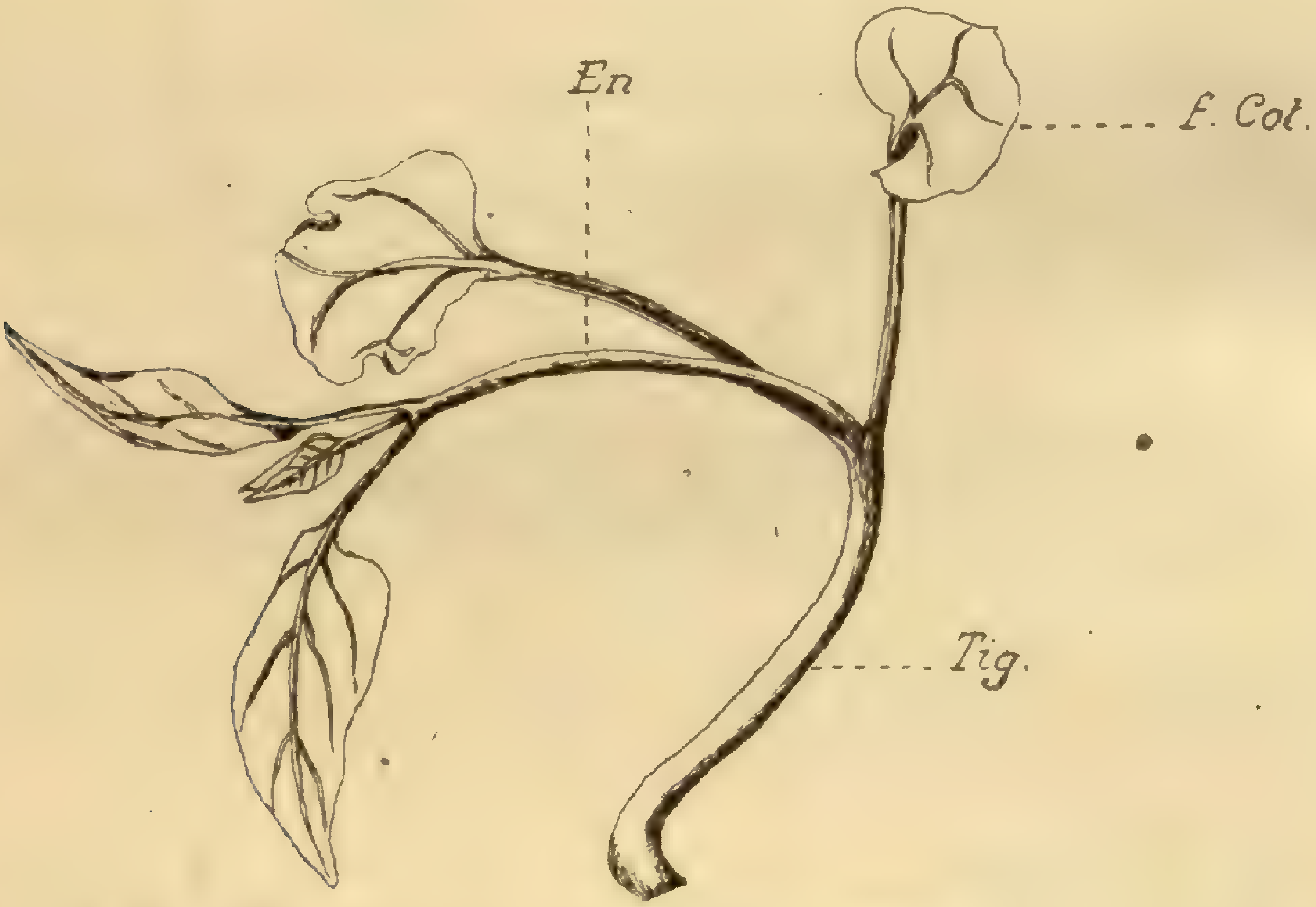


Fig. 6. — Belle-de-Nuit (*Mirabilis Jalapa*) témoin le 20^e jour de l'expérience. *En*, premier entrenœud ; *f. Col*, feuille cotylédonaire ; *Tig*, tigelle (grandeur normale).

Les plantules du lot P^3 ont encore sensiblement le même aspect : seul, l'entre-nœud dérivant de la gemmule est moins long ; il ne mesure, en effet, que 30 mm. Quant à celles des lots P^1 et P^2 elles sont beaucoup plus petites ; leurs feuilles cotylédonaires sont réduites et leur gemmule, bien différenciée, commence seulement à entrer en évolution.

Nous donnons ici un tableau comparatif de longueur des parties constituantes des jeunes plants prises le 20^{me} jour de l'expérience, qui met en relief les différences que nous venons d'énoncer :

	Feuilles cotylédonaires			
	Limbe	Pétiole	Tigelle	1er Entre-nœud
Lot P^1	13 mm	13 mm	25 mm	»
Lot P^2	13 mm 5	14 mm	25 mm	»
Lot P^3	28 mm	38 mm	40 mm	30 mm
Témoins	32 mm	45 mm	45 mm	40 mm

C'est le 20^{me} jour que nous mettons en pleine terre nos jeunes plantes dont nous suivons ensuite quotidiennement l'évolution. Nous verrons ainsi qu'elles s'acclimatent assez facilement à leur nouveau milieu, et ne tardent pas à poursuivre leur développement qui a été légèrement retardé par le repiquage.

Et le 40^{me} jour de l'expérience nous pouvons constater que toutes vivent, ont accru leur taille et le nombre de leurs feuilles ; celles des lots P^1 et P^2 restant cependant moitié moins hautes que les plantes témoins et que celles provenant du lot P^3.

En résumé on peut conclure, comme dans notre première expérience, que l'albumen n'a pas été indispensable au développement de l'embryon, mais que l'action de la matière albuminée se fait sentir, ici, dès le 3^{me} jour de la germination, grâce à l'utilisation d'une certaine quantité de cette réserve nutritive (1/5 du poids total), par un développement beaucoup plus rapide de la gemmule.

Troisième expérience.

Carotte (*Daucus Carota*)

Nous prenons ici 200 graines qui, comme dans les deux expériences précédentes, sont mises à germer à 25°. Le lendemain, sur la plupart d'entre elles, apparaît la pointe du cône radiculaire (fig. 7 A). Nous isolons à ce moment 20 embryons qui forment le lot P^1. Les plantules ainsi obtenues sont très petites (2 mm.) et leur tissu très fragile (fig. 8 B) : c'est ainsi, par exemple, qu'un contact un peu brusque de l'aiguille suffit pour briser une de leurs parties essentielles et principalement les cotylédons.

Ces embryons sont ensuite disposés avec les témoins sur du buvard légèrement imprégné par la solution de Knop. Il faut noter en effet, ici, que l'excès d'humidité est particulièrement néfaste à la vie des plantules.

Le 3^{me} jour de l'expérience, les radicules des graines témoins se sont sensiblement allongées et les plantules mesurent 3 à 4 mm. ; elles se manipulent, de ce fait, plus facilement. On isole alors 20 nouveaux embryons qui constituent le lot P^2.

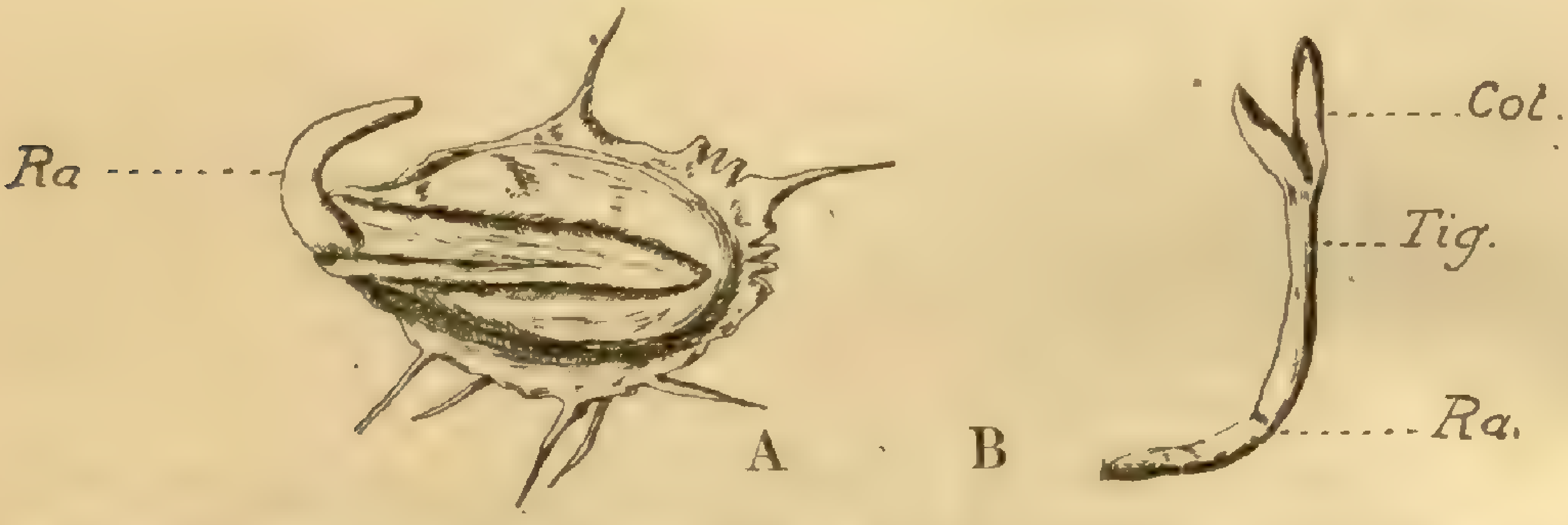


Fig. 7 et 8. — Carotte (*Daucus Carota*). *A*, graine en voie de germination ; *B*, plantule séparée de son albumen (2^e jour de l'expérience) ; *Col*, cotylédon ; *Tig*, tigelle ; *Ra*, radicule (grossi 5 fois).

Les embryons ainsi ex-albuminés sont laissés, avec dix témoins, en serre à 25°. Au bout du 7^{me} jour, on peut constater :

1° que seules 5 plantules du lot P^1 vivent. Leurs cotylédons sont verts, portés par une tigelle verte et redressée, laquelle se termine par une radicule riche en poils absorbants. La longueur totale de l'embryon est de 17 mm.

2° que le lot P^2 ne possède que 6 plantules vivantes ayant sensiblement le même aspect que les précédentes.

3° que les témoins sont tous vivants et qu'ils sont deux fois plus grands que les embryons des lots P^1 et P^2, leurs dimensions varient, en effet, entre 32 et 34 mm.

Nous donnons ci-dessous le tableau des dimensions des différentes parties constituantes des embryons étudiés, pour préciser les différences que nous venons d'énoncer :

	COTYLÉDONS	TIGELLE	RADICULE
Lot P^1	3 mm	3 mm	11 mm
Lot P^2	3 mm	3 mm	12 mm
Témoins	6 mm	8 mm	20 à 25 mm

Tous nos jeunes plants sont ensuite mis en pots, laissés en serre chaude deux jours, puis, enfin, mis en serre froide.

Le 25^{me} jour de l'expérience, nous notons que 3 plants du lot P^1, 4 du lot P^2 et tous les témoins vivent et sont développés.

Mais, alors que ces derniers ont différencié 4 petites feuilles, les embryons des lots P^1 et P^2 n'en présentent que 2. A cette date, nous les mettons tous en pleine terre où nous suivons ultérieurement leur développement.

Nous pouvons donc ici, comme dans les exemples précédents, conclure que l'albumen n'a pas été indispensable au développement des embryons.

Quatrième expérience :

Nigelle (*Nigella hispanica*)

Le 2^{me} et le 3^{me} jour de la germination, on prive 10 embryons de leur albumen. Les 20 plantules ainsi obtenues sont laissées en serre à 25° pendant 10 jours et dans les mêmes conditions que dans nos autres expériences ; pendant cette période, 8 d'entre elles meurent.

Les 12 qui survivent sont ensuite mises en pleine terre en même temps que 10 témoins. On note, à ce moment, un retard assez considérable dans le développement des embryons opérés qui sont moitié moins grands que les témoins.

Dans un autre chapitre, nous analyserons la suite du développement de ces plantules.

(A suivre.)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Nathaniel Lyon Gardner. — **New Pacific coast marine Algæ. II.** *(Univ. Calif. Publ. in Botany,* vol. 6, n° 16 Berkeley).

Ce travail comprend la description d'un certain nombre de nouvelles espèces : *Chlorogloea conferta, C. lutea, Xenococcus chætomorphæ, Dermocarpa hemispherica, D. pacifica, D, suffulta, D. sphæroidea, Hyella littorinæ, H. linearis, H. socialis, Radaisia laminariæ, R. clavata, R. subimmersa, R. epiphytica.* Marcel Denis

Nathaniel Lyon Gardner. — **New Pacific coast marine Algæ III.** *(Univ. Calif. Publ. Botany.* vol. 6. N° 17. December 1918).

Ce travail contient la description de 23 nouvelles espèces avec leur représentation graphique.

Ce sont : *Anacystis elabens* (Kuetz) Setchell et Gardner comb. nov., *Placoma violacea* Setchell et Gardner sp. nov., *Dermocarpa protea* id., *Dermocarpa sphærica* id., *Xenococcus acervatus* id., *Xenococcus Cladophoræ* (Tilden) Setchell et Gardner comb. nov., *Xenococcus Gilkeyæ* Setchell et Gardner sp. nov., *Xenococcus pyriformis* id., *Pleurocapsa entophysaloides* id., *Pleurocapsa glococapsoides* id., *Arthrospira breviarticulata* id., *Phormidium hormoides* id., *Lyngbya Willei* id., *Symploca funicularis* id., *Symploca æruginosa* id., *Microcoleus Weeksii* id., *Microcoleus confluens* id., *Calothrix rectangularis* id., *Calothrix robusta* id., *Dichotrix seriata* id., *Dichotrix minima* id., *Rivularia mamillata* id., *Brachytrichia affinis* id. Marcel Denis

Alice M. Ottley. **A contribution to the life history of *Impatiens Sultani* Hooker.** *Botanical Gazette,* LXVI, n° 4, Octobre 1918, avec 2 planches.

Ce travail représente une étude détaillée de l'histoire de l'ovaire et de l'anthère chez une espèce africaine d'*Impatiens*, l'*Impatiens Sultani* Hook,, avec critique parallèle de résultats obtenus par d'autres auteurs chez d'autres espèces du même genre.

L'*Ovaire*. Comparativement à la formation des anthères, il apparaît beaucoup plus tôt que chez nombre d'autres plantes : au moment où les cellules-mères initiales du pollen présentent le stade prophase de la division hétérotypique (1re division).

La cellule archésporiale ♀ (mégaspore ou cellule-mère initiale du sac embryonnaire) naît sous l'épiderme du nucelle : elle se différencie au moment de la première ébauche du tégument interne (secondine) de l'ovule, et occupe bientôt à elle seule tout le sommet du nucelle, *sans s'accompagner de cellules pariétales.* D'après Coulter et Chamberlain (1903) le tissu pariétal du nucelle tend ainsi généralement à disparaître chez les Monocotylédones et les Dicotylédones Archichlamydés dont les Balsaminacées sont précisément l'un des groupes les plus élevés.

L'auteur étudie minutieusement l'évolution du noyau primaire du jeune sac embryonnaire jusqu'après sa division première (hétérotypique), et signale en particulier dans le protoplasma, à la partie inférieure du sac, des filaments achromatiques qui seraient du kinoplasma (ergastoplasma), lesquels n'ont toutefois point paru contribuer à la formation du fuseau. Nous avons de notre côté observé maintes fois ces filaments achromatiques chez les plantes les plus diverses et aussi bien dans les cellules-mères du pollen que dans le sac embryonnaire *(Lilium, Fritillaria, Veratrum, Helleborus, Lychnis,* etc.)

Cette première division achevée, l'archéspore se trouve partagée par une cloison en 2 cellules-filles inégales et superposées : une supérieure, micropylaire, plus petite qui disparaît rapidement, et *une inférieure chalazienne, plus grande, qui devient directement le sac embryonnaire définitif.*

A l'intérieur de celui-ci se forment d'abord 2, puis 4, puis 8 noyaux, par 3 divisions successives suivant le mode ordinaire. L'oosphère et les synergides ne présentent rien de particulier, *sauf pour ces dernières, la position de leur noyau variable avec leur âge ;* et comme chez beaucoup d'Angiospermes, *les 3 antipodes, rarement séparées entre elles par des cloisons cellulosiques, ne tardent pas à disparaître.*

Les deux noyaux polaires, constituant le noyau endospermique ou noyau secondaire du sac (noyau de l'albumen) évoluent, eux aussi, comme d'ordinaire : ils se juxtaposent et ne se confondent qu'à l'arrivée du tube pollinique.

Le protoplasma général du sac embryonnaire devient vacuolaire, et la forme générale du même sac change beaucoup au fur et à mesure de son développement : d'abord ovale et de dimension 3 × 1, il s'allonge bientôt, après la disparition des antipodes, vers le micropyle et surtout vers la chalaze dans laquelle il pénètre en prenant 5 × 1 environ de dimensions.

Les téguments externe (primine) et interne (secondine) se développent en même temps de leur côté : d'après Miss Ottley *l'origine de la primine n'est pas la même ici que chez beaucoup d'autres plantes : cette primine naît de la secondine avec laquelle elle demeure concrescente jusque près de l'orifice micropylaire de l'ovule,* particularité déjà indiquée par Guignard pour l'*Impatiens parviflora* (1893) et par Strasburger pour le *Delphinium* (1909).

L'épiderme nucellaire qui, on l'a vu, recouvrait primitivement seul le sac embryonnaire, commence à disparaître dès le stade binucléé du sac, ainsi que la région nucellaire sous-jacente : sa désintégration commence par les cellules apicales pour gagner peu à peu celles de la base : toutefois les cellules apicales extrêmes persistent quelque temps encore et forment une sorte de calotte (tapetum) dont le rôle serait spécial mais indéterminé (?) De même, du reste, *que l'épiderme adjacent de la secondine, qui se modifie, lui aussi, en cellules tabulaires* de grand axe perpendiculaire à celui du sac, pour finir par se résorber également, dès les premières divisions de l'endosperme : cet épiderme renferme alors des réserves nutritives protéiques (Guignard, 1893) et semble jouer un rôle non seulement protecteur, mais aussi nutritif (Billing, Balicka, Iwanowska, Chodat, 1889, 1901, 1907).

L'*Etamine*. Une coupe transverse de l'anthère au stade synapsis des cellules-mères initiales montre sous un épiderme cutinisé : 1° 2 assises parenchymateuses (future assise mécanique) et 2° en dedans, *une assise tapétale (assise nourricière) plus ou moins régulière, à unités binucléées : cette assise n'est pas seulement périphérique pariétale, elle s'étend à l'intérieur du sac pollinique en insinuant ses éléments entre les cellules-mères du pollen :* là elle serait de même origine que celles-ci et représenterait l'ensemble des microspores demeurées stériles (?) (Cf. Caldwel chez le *Lemna minor*, 1899).

Les cellules-mères polliniques se divisent au moment de la déhiscence de l'anthère. L'étude de leur noyau et de leur protoplasma ne révèle rien de particulier : on y voit apparaître des filaments ergastoplasmiques, le fuseau achromatique s'organise, successivement intra puis extra-nucléaire, avant et après la disparition de la membrane du noyau, *il est d'abord multipolaire puis devient normal bipolaire et le nombre des chromosomes après réduction (nombre haploïde) = 7.*

Les tétrades polliniques une fois formées, les grains de pollen prennent peu à peu leur forme caractéristique : cylindrique, allongée, obtuse, avec exine ponctuée verruqueuse. C'est alors que simultanément apparaissent les cutinisations spiralées de l'assise mécanique dans la paroi de l'anthère et que les cellules de l'assise nourricière ou tapétale grossissent et deviennent plurinucléaires de binucléaires qu'elles étaient déjà auparavant.

Lors de leur division, ces grains de pollen, chez qui, jusqu'ici, aucun nucléole n'est apparu, offrent deux noyaux, l'un végétatif et sphérique, l'autre, générateur en forme de croissant dès la déhiscence de l'anthère.

L'Ovule après la pollinisation. — Le tube pollinique suit le trajet ordinaire et atteint l'oosphère le long ou au travers des synergides qui disparaissent alors le plus souvent. — Les deux anthérozoïdes sont ver-

miformes, spiralés, sans apparence de revêtement protoplasmique. — Aucune fusion d'anthérozoïde avec l'oosphère n'a été notée par l'auteur.

Consécutivement à la fécondation, *un suçoir (haustorium) micropylaire se forme de la manière suivante :* après division répétée du noyau secondaire du sac, un petit nombre de noyaux-filles de celui-ci passent, avec le protoplasma environnant dans le micropyle, formant ainsi une énorme et longue cellule plurinucléée qui s'étend jusque sur et même dans le funicule de l'ovule en sortant par le micropyle. Ce suçoir persiste longtemps, alors même que l'embryon a déjà différencié toutes ses parties : cotylédon, radicule, etc.

Un semblable suçoir, mais plus petit, uninucléé, se forme aussi vers la chalaze (s. chalazien) *qu'il pénètre plus ou moins profondément.*

L'ensemble du sac embryonnaire et de ces deux prolongements suçoirs forme un tout tordu, oblique, si bien qu'en coupe longitudinale de l'ovule, il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'en obtenir des figures complètes.

La forme générale du sac se modifie d'ailleurs encore du fait du développement de l'endosperme qui s'accroît davantage vers le micropyle : le sac devient tout à fait asymétrique, et continuant à se développer vers la base, vers la chalaze, il dépasse le niveau du suçoir chalazien qui se trouve ainsi désormais déjeté latéralement.

L'œuf se divise quand le noyau secondaire a déjà donné un certain nombre de noyaux-filles ; *l'embryon est pourvu d'un suspenseur.*

Que devient ensuite l'albumen (endosperme) ? L'auteur n'a pu le savoir faute de matériel approprié.

Cependant, avec Brunetta (1900) Miss Ottley pense qu'il faut abandonner l'idée généralement admise qui fait regarder les Balsaminacées comme *exalbuminées*, et leur reconnaître un albumen au moins rudimentaire.

(Les textes soulignés (italiques) représentent les propositions formulées par l'auteur dans le sommaire (summary) qui termine et résume son travail.)

Eugène Licent

CHRONIQUES ET NOUVELLES

M. Herbert Stone a été nommé Lecturer in Forestry (wood) à l'Ecole forestière (School of forestry) de l'Université de Cambridge.

⁂

M. Maximilian Nierenstein fera, pendant l'année scolaire 1920-1921, à l'Université de Bristol, un cours spécial de Chimie végétale.

⁂

M. Leclerc du Sablon, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse, a été élu Correspondant de l'Académie des Sciences de Paris.

⁂

M. Maige, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers, est nommé Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille.

⁂

M. Ricôme, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Lille, est nommé Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers.

⁂

M. Hollandre est nommé Professeur d'Histoire Naturelle à l'Ecole Supérieure de Pharmacie de Nancy.

⁂

L'Université de Paris a organisé un ensemble de cours de Civilisation française à l'usage des étudiants étrangers.

Le Bureau des renseignements, établi à la Sorbonne, dirigé par MM Goy et De Bardy se met gratuitement à la disposition des étudiants français et étrangers (études, logement et pensions de famille).

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* **Henri Bouloy**

SUR LA PRÉSENCE D'UNE PHYCOÉRYTHRINE DANS LE *NOSTOC COMMUNE*

par M. Em. C. TEODORESCO

D'après les dernières recherches, que nous devons surtout à Molisch et à Harald Kylin, on sait que le pigment bleu des Cyanophycées présente des relations très étroites avec le pigment rouge des Floridées. Ces pigments, la phycocyanine et la phycoérythrine, sont des substances albuminoïdes, appartenant toutes deux au groupe des protéides, c'est-à-dire au groupe des matières protéiques complexes ; en effet, d'après Kylin (1), leur molécule serait composée d'une protéine et d'un noyau prostétique, ce dernier étant le groupe chromophore de ces pigments (tout comme l'hématine est le groupe prostétique de l'hémoglobine).

La phycocyanine aussi bien que la phycoérythrine sont insolubles dans l'eau pure, mais solubles dans l'eau qui contient de petites quantités d'alcali ou d'un sel neutre ; par la solubilité ainsi que par la précipitation, ces deux pigments se rapprochent des globulines. En chauffant leurs solutions aqueuses, ou bien en y ajoutant des quantités suffisantes d'un acide ou d'un alcali, le composant protéine se sépare du composant chromophore. Traitées par les alcalis, les solutions de phycocyanine et de phycoérythrine deviennent verdâtres avec une fluorescence rouge-brune. A cause de ces caractères communs, Kylin propose de réunir les deux pigments dans un groupe spécial, qu'il appelle *protéides phycochromiques* et qui diffère des hémoglobines par l'absence du métal.

D'autre part, on savait depuis longtemps que la phycocyanine se trouve non seulement chez les Algues bleues, mais aussi chez quelques Floridées, comme, par exemple, chez diverses espèces de *Lemanea* et de *Batrachospermum* (1). Mais ce fait est resté dans l'oubli jusqu'à ces dernières années, lorsque Kylin montra (2) que le nombre des Floridées qui contiennent de la phycocyanine mélangée à leur phycoérythrine est beaucoup plus grand qu'on ne le croyait. Il paraît même que certaines Floridées contiennent beaucoup plus de phycocyanine que de phycoérythrine ; enfin, d'après Kylin (3), il y a des Floridées comme *Asterocystis ramosa, Batrachospermum vagum* etc., tout à fait dépourvues de phycoérythrine et qui ne contiennent que de la phycocyanine.

---

(1) H. KYLIN. Ueber Phykoerytbrin und Phykocyan bei *Ceramium rubrum (Zeitschrift f. physiologische Chemie*, Bd. 69, 1910, pp. 202 et 235 .

Au contraire, la phycoérythrine a été toujours regardée comme la matière colorante caractéristique des Floridées. Cependant, étant donné la grande ressemblance qui existe entre la phycocyanine et la phycoérythrine, étant donné le fait que les deux pigments se trouvent mélangés chez certaines Algues rouges, on peut se demander si on ne trouverait pas également de la phycoérythrine chez les Cyanophycées.

En effet, on avait signalé depuis longtemps le fait que dans la même espèce de Cyanophycées la couleur totale de ce qu'on appelait autrefois le phycochrome (Naegeli, Cohn), peut changer et prendre, dans certaines conditions, des teintes brunes ou rougeâtres (4) : rouge, rouge-pourpre, rose ou rouge couleur de *Callithamnion*, rouge couleur de *Gelidium*, rouge couleur de *Halurus* (Sauvageau, l. c., p. 98), rouge cuivre (Kupferroth, Naegeli, l. c., p. 6). Mais on n'avait pas étudié ce pigment rougeâtre, ni au point de vue spectroscopique, ni à d'autres points de vue, de sorte qu'on ne savait pas quelle était sa nature.

A ce point de vue, une première supposition a été faite, il y a longtemps, par Askenasy (5); il croyait avoir reconnu que dans les Cyanophycées qui entrent dans la constitution de *Peltigera canina* et de *Collema plicatile*, il y aurait un mélange de deux pigments, d'une part la phycocyanine, « dem der Absorptionsstreifen im Roth und die rothe Fluorescenz zukommt », d'autre part un pigment, « dem die im Gelb beginnende Absorption und die gelbe Fluorescenz zukommt » et qui a, dit-il, une certaine ressemblance avec la phycoérythrine « die Absorption... wie auch die Fluorescenz einige Aehnlichkeit mit der des Phykoerythrins haben ». On ne peut nier que l'existence de la fluorescence jaune pouvait faire croire que l'extrait (die violetrothe oder weinrothe Flussigkeit) des Lichens étudiés par Askenasy contenait un pigment ressemblant à la phycoérythrine; mais d'autre part il est permis de douter que le spectre d'absorption donné (1) ressemble à celui de la phycoérythrine.

---

(1) Kützing. Phycologia generalis, 1843, p. 20.

(2) H. Kylin. Ueber die Farben der Florideen u. Cyanophyceen, *Svensk bot. Tidskr.*, VI, p. 534, 1912 ; Ueber die roten u. blauen Farbstoffe d. Algen, *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, Bd. 76, p. 396, 1912.

(3) *Loc. cit.*, p. 534.

(4) Naegeli. Gattungen einzellig. Algen, 1848, p. 6 ; surtout Sauvageau, A propos d'Oscillariées rouges (*Comptes-rendus Soc. Biol. Paris*, t. 64, p. 97).

(5) Askenasy. Beiträge z. Kenntniss des Chlorophylls u. einiger dasselbe begleitender Farbstoffe (*Botanische Zeitung*, 1867, p. 235).

Gaidukow (2), dans ses mémoires sur les changements de la couleur des Oscillariées a aussi abordé un peu cette question; cet auteur s'exprime à cet égard de la manière suivante : « les propriétés de la matière colorante violette de l'*Oscillaria sancta* ressemblaient beaucoup, d'après mes observations, à celles du pigment rouge du *Ceramium*; ces propriétés étaient à peu près identiques à celles de la matière colorante violette ou pourpre du *Chondrus crispus* » (3).

Mais à ce point de vue, c'est surtout dans une note récente de Bocat (4), parue en 1908, que nous trouvons pour la première fois une indication nette. Cet auteur a extrait de l'*Oscillatoria Cortiana*, par la macération dans l'eau douce éthérée « un liquide rose violacé par transparence, jaune brun par réflexion, ayant l'aspect d'une solution de phycoérythrine ». Le spectre d'absorption de ce liquide a donné trois bandes : I^{er} maximum vers λ 560, II^{me} maximum vers λ 535, III^{me} maximum vers λ 495. En comparant la solution extraite de l'*Oscillatoria Cortiana* avec une solution de phycoérythrine provenant du *Nemalion lubricum* et du *Sphaerococcus coronopifolius*, Bocat avait conclu que le pigment de l'*Oscillatoria* est parent, mais non pas identique, avec la phycoérythrine. Je pense cependant, et c'est aussi l'opinion de Kylin (1), que les propriétés spectroscopiques du pigment de l'*Oscillatoria Cortiana* sont identiques, ou peu s'en faut, à celles de la phycoérythrine; en effet, les milieux des trois bandes d'absorption de la phycoérythrine pure de *Ceramium rubrum* occupent, d'après Kylin (2), les positions suivantes : I λ 567, II λ 539, III λ 496. Si l'on prend en considération que Bocat a fait ses observations sur une solution qui certainement n'était pas tout à fait pure, tandis que Kylin avait à sa disposition une phycoérythrine purifiée par cristallisations répétées, on voit que les différences entre les chiffres de Bocat et ceux de Kylin sont très faibles (sauf cependant pour la bande I).

---

(1) Askenasy. (*Loc. cit.*, planche V, fig. 8 et 10).

(2) N. Gaidukow. Ueber den Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien (*Scripta botanica horti Petropolitani*, fasc. XXII, 1903, p. 66). — Die Farbenveränderung bei d. Prozessen d. Komplimentaren chromatischer Adaptation (*Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch.*, Bd. 21, p. 521, en Note).

(3) Voir aussi : N. Gaidukow, Ueber den Einfluss farbig. Lichtes auf die Färbung lebender Oscillarien in *Anh. zu d. Abhandl. Konigl. preuss. Akademie Wissensch.*, 1902, Tafel I, fig. I a).

(4) L. Bocat. Sur le pigment de l'*Oscillatoria Cortiana* rouge (*Comptes-rendus de la Soc. Biol. Paris*, t. 64, 1908, p. 101).

1. Séparation du pigment rouge du *Nostoc*.

Cette question importante m'occupe depuis longtemps; mais mes premières recherches sur ce sujet ont été interrompues par les événements des dernières années. Quoique le sujet demande encore de nouvelles études, il m'a paru utile de donner dans ce qui suit les premiers résultats des recherches que j'ai eu l'occasion de faire.

C'est surtout par l'observation de Bocat, mentionnée précédemment, que j'ai été amené, dès 1911, à rechercher si la phycoérythrine ne se trouvait pas également chez d'autres Cyanophycées. A cet effet, j'ai effectué de nombreuses macérations avec plusieurs espèces d'Algues bleues d'eau douce; mais j'avais obtenu d'abord toujours des liqueurs, qui, par transparence, étaient bleues, bleues-violettes ou violettes; tous les essais de séparer, par cristallisation, la phycoérythrine, qui aurait pu s'y trouver en faibles quantités, ont été infructueux. Cependant, une expérience faite dans un autre but avec le *Nostoc commune*, m'a donné un résultat très satisfaisant.

Cette Algue avait été récoltée en juin 1911 dans le jardin botanique de Bucarest; la plante, qui avait poussé au soleil, sur une pente recouverte d'herbe et de Mousses, n'avait pas tout à fait la couleur bleu-verdâtre normale, mais une couleur d'un bleu-brunâtre ou d'un bleu-jaunâtre sale. Tandis qu'avec les échantillons de *Nostoc commune* habituels j'obtenais, généralement, des solutions bleues par transparence et rouge-carmin par réflexion, j'ai obtenu avec les échantillons récoltés au jardin botanique une solution dans laquelle le pigment bleu paraissait manquer complètement.

---

(1) H. Kylin, in *Svensk bot Tidskr.*, VI, p. 535, 1912.

(2) H. Kylin, in *Zeitschr. f. physiol. Chemie*, Bd. 69, 1910, p. 211.

Voici cette expérience. 600 grammes de plante bien lavée à l'eau de source sont divisés en quatre parties *A*, *B*, *C* et *D* et mises chacune en contact avec 300 centimètres cubes de liquide : *A* et *B* avec de l'eau de source, *C* et *D* avec de l'eau de source contenant 0,5 °/₀ de nucléate de sodium ; *B* et *D* ont été bouillis pour détruire les diastases. On a ajouté dans chaque flacon un peu de chloroforme et un peu de toluol, comme antiseptiques, on a agité et on a laissé le tout macérer à la température ambiante de la chambre (j'expérimentais en juin) et à l'obscurité. Au bout de quatre jours, j'ai constaté à ma grande surprise que les liquides des flacons *A* et *C* (non bouillis), examinés par transparence, avaient acquis une belle couleur rouge, à peu près comme le ton n° 2 de la planche I ; quand on regardait les extraits à la lumière réfléchie, la teinte était d'un jaune-orangé, à peu près comme le ton 111 du Code des couleurs de Klincksiek et Valette (1). Il n'y a pas lieu de supposer que le pigment rouge serait produit sous l'influence du nucléate de sodium ; en effet, puisque, ainsi qu'on l'a vu, la matière colorante rouge dissoute dans l'eau de source (flacon *A*) présentait les mêmes caractères que celle que la plante avait cédée à la solution de nucléate de sodium (flacon *C*), nous devons considérer le pigment rouge comme ayant réellement existé dans le *Nostoc*.

Des macérations faites avec d'autres matériaux m'ont rarement donné des solutions aussi rouges que dans le cas mentionné précédemment ; ainsi, par exemple, parfois les solutions étaient rouges comme les tons n^os^ 1, 2, 4, 7 et 10 de la planche I ; mais le plus souvent, j'ai obtenu des couleurs rouge-violet, dont les unes se rapprochaient plus du rouge, d'autres plus du bleu, et présentant les teintes indiquées par les n^os^ 3, 6, 8, 9, 12, 14 et 15 de la planche I. J'ai fait des essais pour obtenir le pigment rouge en question à l'état de pureté ; mais tous ces essais sont restés infructueux, car je n'ai pas réussi à me le procurer sans mélange. J'ai fait d'abord des efforts inutiles pour l'isoler par cristallisation ; si je ne suis pas arrivé à le faire cristalliser, je crois que cela tient surtout à ce que dans les liquides des macérations de *Nostoc*, des quantités notables de matières mucilagineuses accompagnaient obstinément la matière rouge et en empêchaient la cristallisation.

---

(1) Klincksieck et Valette. Code des couleurs à l'usage des naturalistes, 720 échantillons de couleurs classées d'après la méthode de Chevreul, Paris, 1908.

Pour rechercher si le pigment rouge se trouvait également dans les solutions violettes et bleues de *Nostoc* et dans l'intention de séparer les deux matières colorantes (bleue et rouge), j'ai eu recours à la méthode qui avait été utilisée et perfectionnée surtout par Goppelsroeder (1). Comme on sait, cette méthode est basée sur les propriétés capillaires et absorbantes du papier à filtrer et autres milieux capillaires, comme les tissus, les fibres, le bois, les poudres ; lorsqu'un de ces corps est mis en présence des matières colorantes dissoutes ou en suspension, un phénomène d'attraction et d'adhésion moléculaire a lieu, qui fixe sur eux le colorant. J'ai opéré de la manière suivante. J'ai versé dans un cylindre en verre une solution centrifugée et filtrée plusieurs fois et j'y ai introduit l'extrémité inférieure d'une bande de papier large de trois à dix centimètres. J'ai reconnu alors que le papier à filtrer n'avait pas la même affinité absorbante pour la matière colorante rouge du *Nostoc*, que pour la phycocyanine de cette Algue ; en effet on observe, au bout d'un certain temps, que les deux pigments forment sur la bande de papier deux zones contiguës. En employant cette méthode, j'ai pu constater que le pigment rouge existe non seulement dans les extraits rouges de *Nostoc*, mais aussi dans les liquides qui présentent des teintes plus ou moins violacées ou même bleues ; seulement dans ce dernier cas le pigment rouge est d'autant moins abondant que la teinte de l'extrait primitif était plus voisine du bleu. Après plusieurs essais, je suis arrivé à réaliser la séparation des pigments sur du papier à filtrer et j'obtins, avec certains échantillons de *Nostoc commune* une zone d'un beau rouge ; en découpant avec précaution plusieurs de ces zones, j'ai dissous le pigment dans l'eau ; la solution obtenue avait, par transparence, à peu près la couleur représentée par le n° 7 de la planche 1 et une fluorescence jaune-orangé à peu près comme le ton 136 du code des couleurs. Malheureusement les quantités de pigment rouge séparées par cette méthode ne sont pas toujours suffisantes pour permettre une observation spectroscopique sérieuse.

---

(1) TRAUBE Kapillaranalyse in Abderhalden (*Handb. d. biochem. Arbeitsmethoden*, Bd. V, p. 1357). — Ostwald (*Kolloidchemie*, p. 407).

2. Analyse spectrale.

Examinons d'abord les solutions rouges obtenues avec certains échantillons de *Nostoc*. Soumises à l'inspection spectroscopique, ces solutions présentent trois bandes d'absorption ; en photographiant ce spectre sous une épaisseur de 40 à 120 millimètres (suivant la concentration), j'ai pu déterminer les positions de ces bandes, dont les milieux correspondent aux longueurs d'onde suivantes (voir la planche 2) :

Milieu du Ier maximum vers $\lambda = 566$ (565,5 — 566,5)
Milieu du IIme maximum vers $\lambda = 535$ (534 — 536)
Milieu du IIIme maximum vers $\lambda = 496$ (496,8).

Il va sans dire que les milieux de bandes aussi larges et à bords aussi nébuleux que celles représentées sur la planche, ne sont pas faciles à déterminer très exactement ; mais, comme j'ai effectué un grand nombre de mesures, j'espère que les écarts ne sont pas très grands.

Comme on peut voir par les figures, les bandes d'absorption n'ont pas toutes la même intensité. La première, I, située dans le jaune est en même temps la plus étroite, la plus obscure, et possède des bords assez nets ; la seconde, II, moins obscure, est beaucoup plus large que la précédente et présente des bords moins nets ; enfin la troisième, III, située dans le vert, est la moins intense. Le minimum d'absorption, qui sépare les bandes I et II, est plus étroit et un peu plus faible (plus obscur) que le minimum séparant les bandes II et III. J'ai comparé ces données avec celles fournies par la phycoérythrine des Floridées (*Ceramium rubrum*) et j'ai acquis la certitude que le pigment rouge du *Nostoc commune* présente les mêmes bandes d'absorption et des intensités relatives comparables à celles de la phycoérythrine.

Pour mieux voir les ressemblances entre le spectre d'absorption du pigment rouge du *Nostoc* et celui de la phycoérythrine, j'ai réuni dans le tableau suivant quelques documents relatifs au spectre de la matière rouge des Floridées ; j'y ai ajouté les mesures obtenues par moi pour la phycoérythrine du *Ceramium rubrum*. Si l'on a égard que les divers auteurs n'ont pas employé des solutions également pures, que les contours des bandes d'absorption sont nébuleux, que dans ces conditions la mesure exacte des longueurs d'onde est une opération délicate, on comprendra qu'il puisse y avoir quelques divergences inévitables entre les résultats de leurs mesures.

BANDES	*NOSTOC COMMUNE*	*CERAMIUM STRICTUM* (1)	*PORPHYRIDIUM CRUENTUM* (2)	*CERAMIUM RUBRUM* (3)	*CERAMIUM RUBRUM* (4)	*DELESSERIA SANGUINEA* (5)	*CERAMIUM RUBRUM*	*OSCILLATORIA CORTIANA* (6)
I.	566	567	565	560	567	567	569	560
II.	535	537	535	530	539	539	536	535
III.	496	492	490	495	496	495	496	595

Passons maintenant à l'examen spectroscopique des extraits plus ou moins violets ; je choisirai d'abord l'exemple suivant. L'extrait d'un *Nostoc,* récolté au mois de septembre 1915, avait, par transparence, une couleur violette à peu près comme le ton n° 3 de la planche 1 ; examiné au spectroscope et ensuite photographié, cet extrait a donné les deux bandes d'absorption qui caractérisent certaines variétés de phycocyanine (7) ; le maximum de la première bande était situé vers $\lambda = 616$, celui de la seconde vers $\lambda = 565$; ces deux bandes avaient une intensité presque égale ; ce dernier fait peut être expliqué facilement. En effet, l'extrait contenait une certaine quantité de phycoérythrine, comme j'ai pu m'en convaincre en employant la méthode de séparation par le papier à filtrer. Or, on sait que la bande I (λ 567) de la phycoérythrine occupe à peu près la même position que la bande II (λ 565) de certaines variétés de phycocyanine ; ces deux bandes se superposent presque, donc s'ajoutent. Mais lorsque la liqueur primitive ne contient que peu de phycoérythrine, on constate au spectroscope que la bande I est plus intense que la bande II ; ceci est arrivé, par exemple, avec une solution qui avait une couleur bleue, à peu près comme le ton n° 5 de la planche 1 (1). Lorsque la quantité de phycoérythrine contenue dans l'extrait augmente sensiblement, alors on observe au spectroscope que la bande II de la phycocyanine est plus obscure que la bande I. Enfin quand la proportion de pigment rouge dépasse de beaucoup celle du pigment bleu, on voit alors la bande I de la phycocyanine disparaître à peu près complètement, ou même complètement ; au contraire, on voit apparaître les trois bandes caractéristiques de la phycoérythrine ; ces bandes sont isolées quand la solution est assez pure (pl. 2) ; mais lorsque l'extrait contient trop d'impuretés, on obtient au spectroscope une seule bande d'absorption qui commence au même endroit que la bande I de la phycoérythrine ; elle se dégrade très lentement vers le violet, tandis que vers le rouge son contour est assez net.

---

(1) H. Molisch. Untersuchungen ueber das Phykocyan (*Sitzungsber. k. Akad. Wissenschaft. in Wien, Math.-naturw. Klasse,* Bd. 115, Abt. 1, 1906, p. 803).

(2) H. Molisch. *Loc. cit.*, p. 810.

(3) Schütt. Ueber das Phykoerythrin (*Ber. d. d. bot. Ges.*, Bd. VI, 1888, p. 43).

(4) H. Kylin. *Loc. cit.*, Bd. 69, p. 211.

(5) H. Kylin. *Loc. cit.*, Bd. 76, p. 407.

(6) Bocat. *Loc. cit.*, p. 101.

(7) Voir par exemple la phycocyanine du *Peltigera canina*, Molisch, *loc. cit.*, p. 807 et de l'*Oscillaria limosa*, Molisch, *loc. cit.*, p. 805.

3. Réactions caractéristiques.

Si nous passons maintenant aux réactions qui caractérisent le pigment rouge de *Nostoc commune*, on constate les faits suivants.

a) *Réactions des matières albuminoïdes.* — On sait que la phycoérythrine présente les réactions caractéristiques des matières protéiques ; j'ai obtenu avec mes solutions quelques-unes de ces réactions, mais comme je n'ai pas réussi à me procurer le pigment rouge de *Nostoc* dans un état de pureté satisfaisant, je ne saurais dire si toutes les réactions que j'ai obtenues sont attribuables au pigment rouge ou bien à des substances albuminoïdes solubles qui l'accompagnent obstinément.

b) *Avec les acides.* — Avec les acides chlorhydrique et acétique dilués à 1 %, on observe que la solution change de couleur ; la couleur rouge devient d'autant plus rouge-violacé et la fluorescence disparait d'autant plus complètement qu'on a ajouté une plus grande quantité d'acide. On constate, en même temps, la production d'un précipité rouge-violacé qui se dépose d'autant plus rapidement qu'on a ajouté plus d'acide. Avec les acides plus concentrés (à 10 °/₀, par exemple), les précipitations sont instantanées. Si au pigment, traité par les acides, on ajoute ensuite une quantité suffisante de carbonate de soude, le précipité formé se dissout et la solution reprend de nouveau la couleur et la fluorescence qu'elle possédait auparavant. Avec les acides très dilués (acide chlorhydrique à 0,05 °/₀, ou acide acétique à 1 °/₀), je n'ai pas pu obtenir les précipités *rouges* dont parle Kylin (1) : est-ce parce que j'opérais toujours avec des solutions diluées de phycoérythrine ou bien sont-ce les impuretés qui empêchaient la production d'un semblable précipité rouge ?

---

(1) Je regrette que le ton n° 5 de la planche 1 (qui est d'un bleu trop pur), ne reproduise pas fidèlement la teinte de mon extrait de *Nostoc ;* en réalité, la couleur de cet extrait se rapprochait beaucoup de celle représentée par Molisch dans son travail cité (fig. 4, pl. II).

c) *Avec les alcalis.* — Les extraits rouges de *Nostoc,* traités par les alcalis (ammoniaque, soude caustique), commencent d'abord à perdre leur fluorescence, se décolorent assez rapidement et donnent ensuite d'une part une solution jaune sale, de l'autre un précipité jaune sale. La formation du précipité est due, certainement, à la présence des impuretés (2) ; si on sépare la solution du précipité et si on les traite séparément par un acide, tous les deux prennent une couleur violacée ; toutefois l'intensité de la couleur obtenue avec la solution est plus grande que celle de la couleur donnée par le précipité.

d) Avec le *sulfate d'ammoniaque* et avec le *sulfate de magnésie,* les extraits rouges de *Nostoc* donnent des précipités *rouges,* qui se dissolvent dans l'acide sulfurique, en donnant une coloration rouge-violet.

4. Conclusions.

Les faits que je viens d'exposer m'autorisent à croire sans hésitation que le pigment rouge du *Nostoc commune* est identique, ou peu s'en faut, au pigment rouge des Floridées.

---

(1) H. Kylin. *Loc. cit.,* Bd. 69, pp. 191-192.

(2) H. Molisch. *Botanische Zeitung,* 1894, p. 185. — H. Kylin *Loc. cit.,* Bd. 69, p. 205.

On peut remarquer d'abord que le pigment rouge du *Nostoc* n'est pas une variété de phycocyanine, puisqu'il ne présente pas la bande la plus caractéristique, qui est commune aux trois sortes de phycocyanine, et qui est située entre *C* et *D*. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'y a que trois caractères qui distinguent la phycoérythrine de la phycocyanine.

1° La couleur de la phycoérythrine est rouge, celle de la phycocyanine varie du bleu au bleu-verdâtre et au violet.

2° La fluorescence de la phycoérythrine est jaune-orangé, celle des phycocyanines est rouge-carmin.

3° La phycoérythrine présente trois bandes d'absorption très caractéristiques, tandis que les phycocyanines n'en présentent qu'une ou deux (1).

Or, le pigment rouge que nous avons extrait du *Nostoc* présente à la fois les trois caractères essentiels de la phycoérythrine; comme nous le disions, il est identique, ou peu s'en faut, à celle-ci.

5. Altération de la phycoérythrine du *Nostoc*.

Une solution de phycoérythrine de *Nostoc*, précisément celle qui m'avait servi à obtenir les photographies de ma planche 2, a été conservée, à l'obscurité, pendant deux ans, dans des tubes bien bouchés, sans que la couleur en fût changée : j'avais eu soin, pour empêcher le développement des microorganismes, d'y verser une certaine quantité de chloroforme et de toluol. Sans ces précautions, surtout lorsqu'elles sont exposées à la lumière, les solutions ne tardent pas à se décomposer et à se décolorer lentement. En étudiant le pigment rouge de *Nostoc* en voie de s'altérer, j'ai constaté que dans les premiers temps de l'altération, il présentait au spectroscope les trois bandes caractéristiques de la phycoérythrine, seulement l'ordre de leurs intensités était, cette fois-ci, renversé ; en effet dans ce cas les intensités diminuent de III vers I ; en faisant des mesures spectrométriques, à l'aide d'un spectrophotomètre d'Arsonval, j'ai construit la courbe de la fig. 1, représentant l'intensité relative de l'absorption dans les trois bandes du spectre de la phycoérythrine altérée de *Nostoc*.

---

(1) Voir H. Kylin. *Loc. cit.*, Bd. 69, p. 237.

Dans l'intention de m'éclairer sur la nature de ce changement, je me suis demandé comment se comporte, à cet égard, la phycoérythrine des Floridées. Après plusieurs essais, j'ai reconnu que la matière colorante rouge de ces Algues (je me suis servi de la phycoérythrine de *Ceramium rubrum)* se comporte de la même façon,

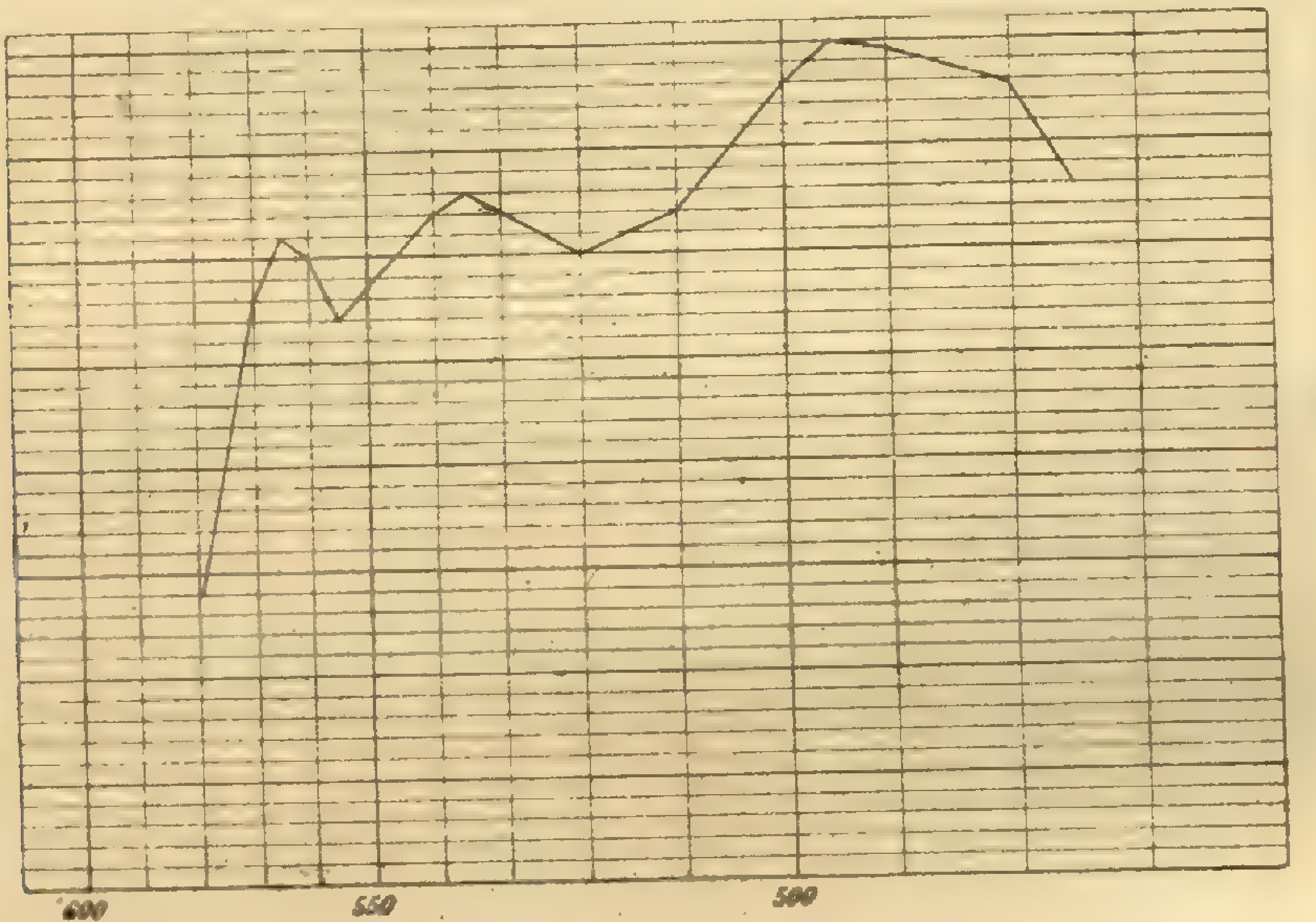


Fig. 1. — Courbe représentant l'intensité relative de l'absorption dans les trois bandes du spectre de la phycoérythrine altérée de *Nostoc commune*.

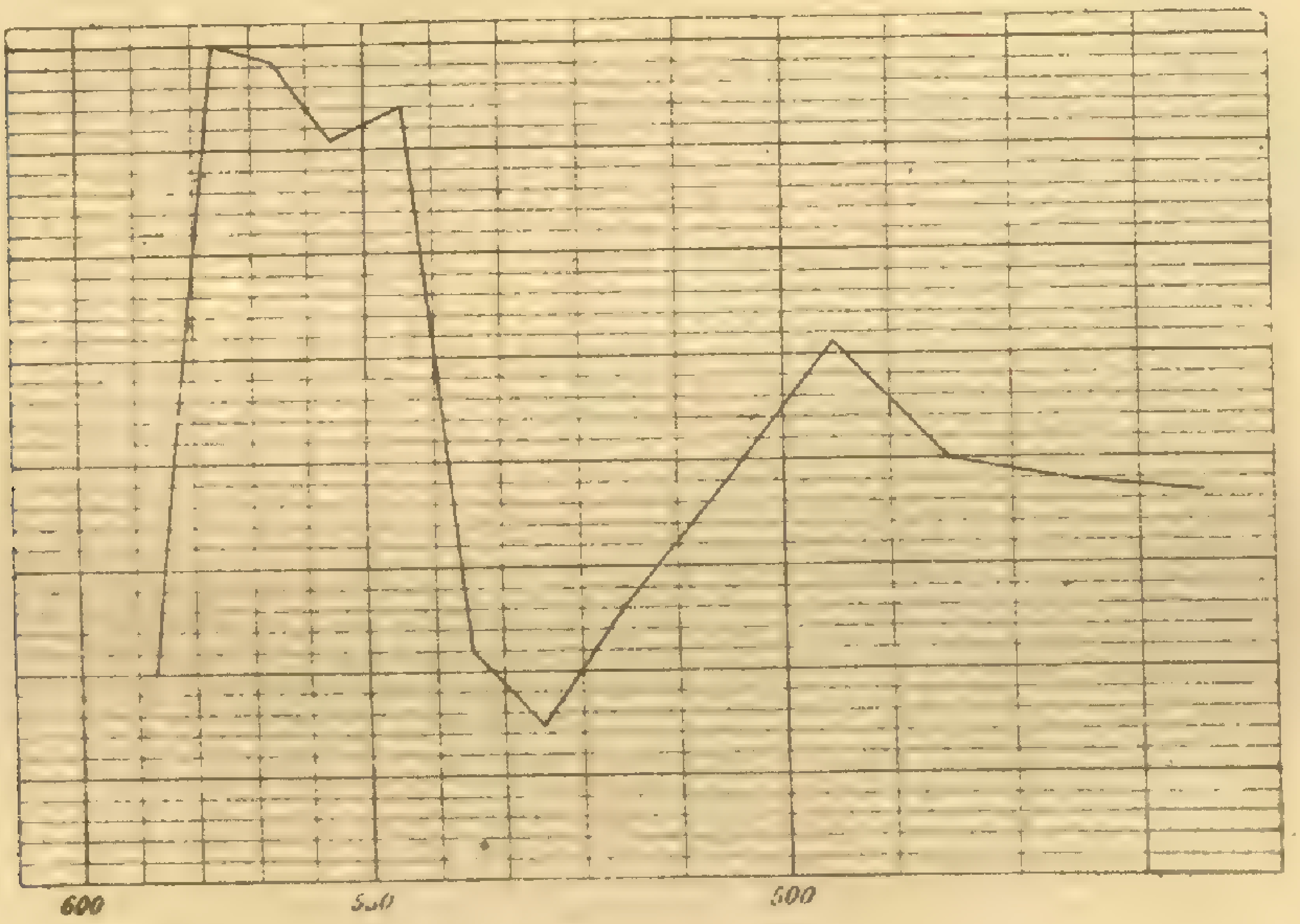


Fig. 2. — Courbe représentant l'intensité relative de l'absorption dans les trois bandes du spectre de la phycoérythrine des cellules jaune-brun de l'*Oscillatoria sancta* (d'après Gaidukow).

c'est-à-dire qu'elle présente le renversement dans l'intensité relative des trois bandes, lorsque cette matière, abandonnée à elle-même, commence à s'altérer spontanément.

D'ailleurs un fait analogue résulte, il me semble, des intéressantes recherches spectrométriques entreprises par Gaidukow sur les Oscillaires. C'est ainsi que d'après Kylin (1) la courbe 14 de la planche 26 (2) indique la présence, dans les cellules violettes de l'*Oscillaria caldariorum*, d'un pigment rouge qui se rapproche beaucoup de la phycoérythrine véritable, tandis que la courbe 15 de la même planche décèle l'existence, dans les cellules brunâtres de cette plante, d'une phycoérythrine en voie de s'altérer. Je reproduis ici, d'après un autre mémoire du même auteur (3), d'une part la courbe représentant l'intensité relative de l'absorption dans les trois bandes du spectre du pigment rouge normal, qui se trouve dans les cellules violettes de l'*Oscillaria sancta* (fig. 2), de l'autre, la courbe

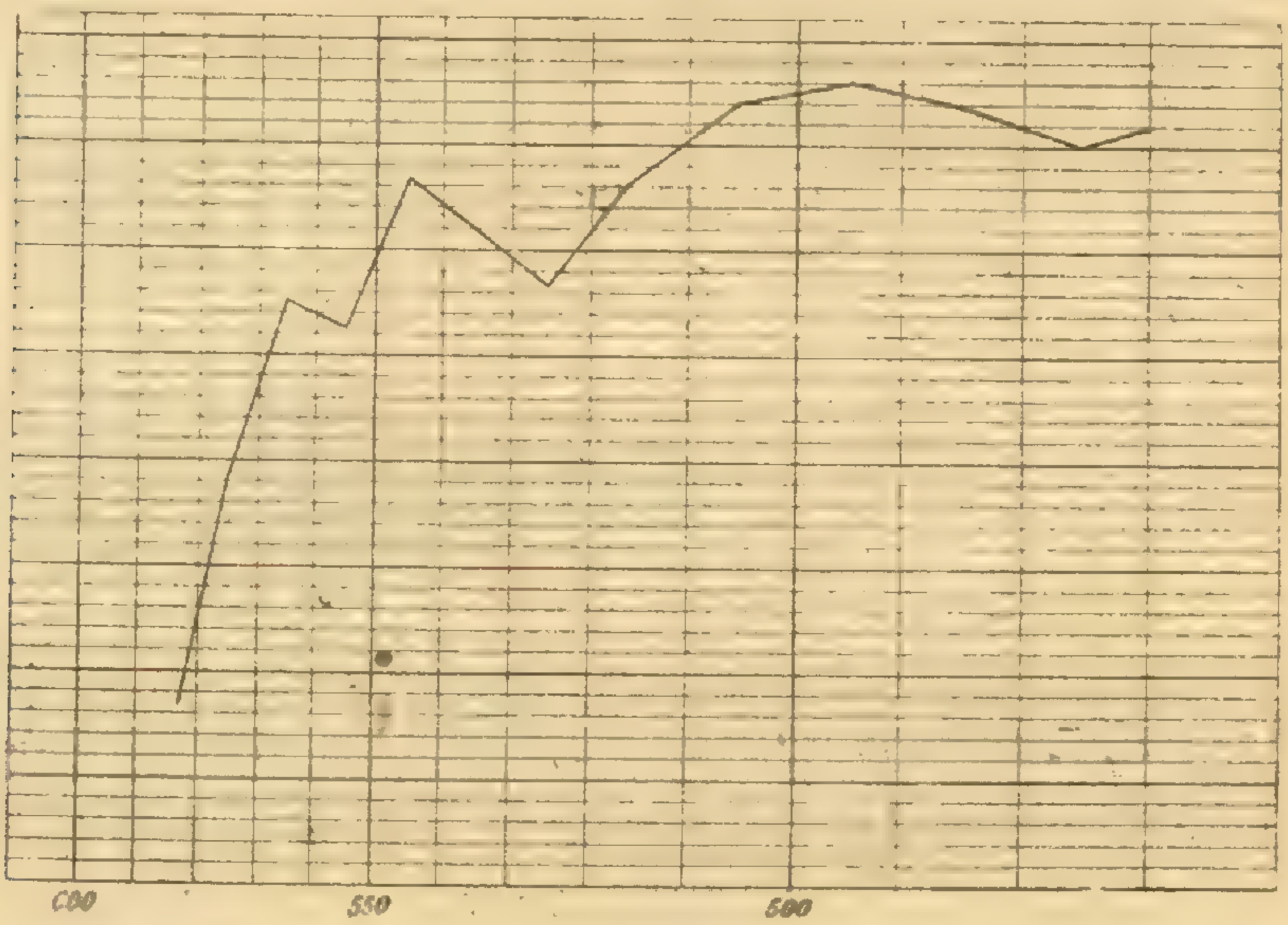


Fig. 3. — Courbe représentant l'intensité relative de l'absorption dans les trois bandes du spectre de la phycoérythrine des cellules normales violettes de l'*Oscillatoria sancta* (d'après Gaidukow).

---

(1) H. Kylin *Svensk Botanisk Tidskrift.*, Bd. 6, 1912, p. 535.

(2) N. Gaidukow. Weitere Untersuch. über d. Einfluss farbigen Lichtes auf die Färbung der Oscillarien (*Berichte d. d. bot. Ges.*, Bd. 21, 1903, p. 484).

(3) N. Gaidukow. Ueber d. Einfluss farbig. Lichts auf die Färbung lebender Oscillarien (*Anh. zu Abhandl. K. preuss. Akad. Wissensch.*, 1902).

représentant l'absorption du pigment rouge modifié qui doit exister dans les cellules jaune-brunâtre de la même plante (fig. 3) ; cette dernière courbe est presque identique à celle que j'ai obtenue pour le *Nostoc* (voir la fig. 1).

Je ne puis, quant à présent, que signaler les faits mentionnés,

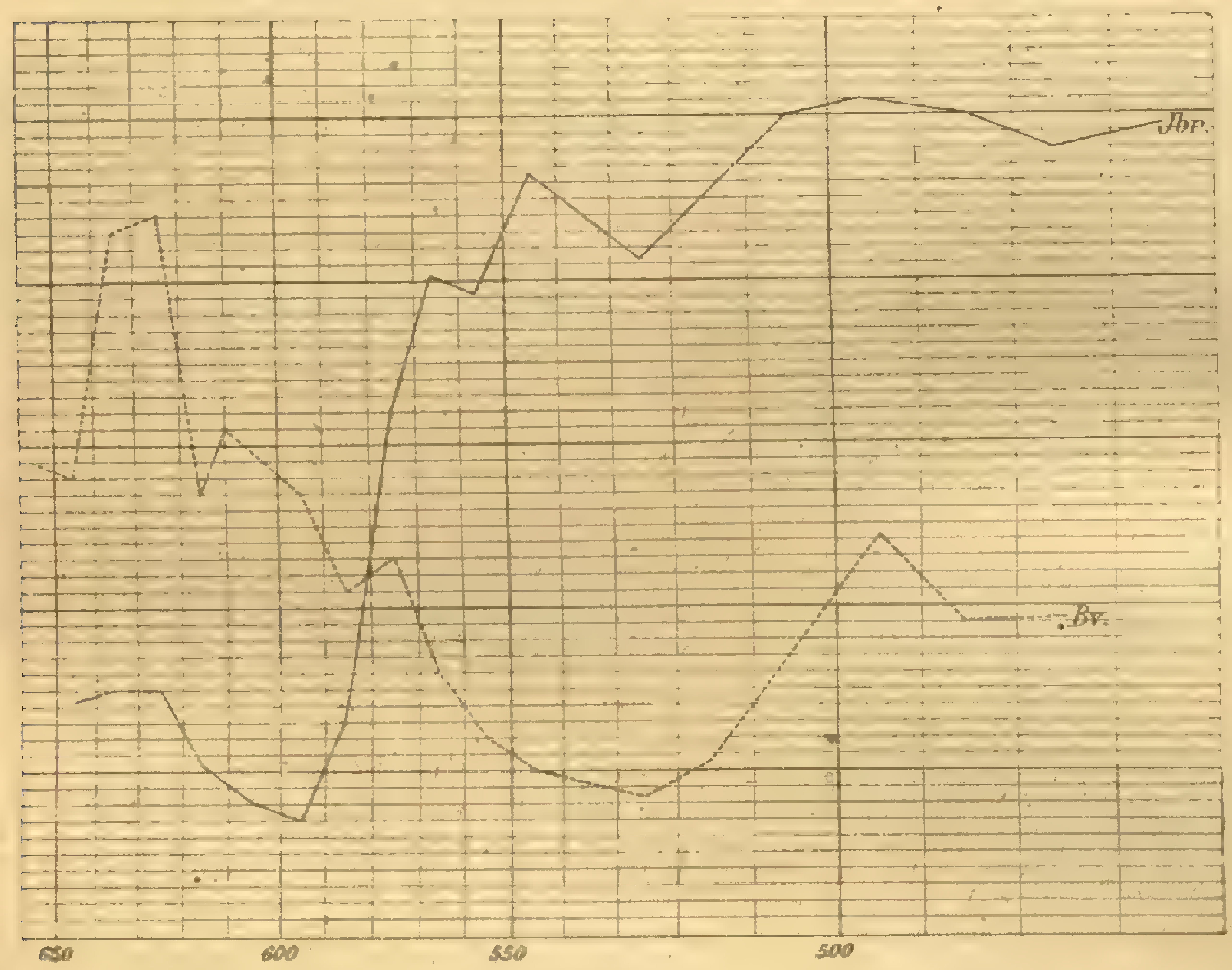


Fig. 4. — Courbes représentant la variation de l'intensité relative de l'absorption dans les trois bandes du spectre de la phycoérythrine des cellules normales, colorées en bleu-vert, *Bv*, et des cellules colorées en jaune-brun, *Jbr*, de l'*Oscillatoria sancta* (d'après Gaidukow) ; on y voit que la diminution de la quantité de phycocyanine est suivie d'une augmentation presque proportionnelle de la quantité de pigment rouge.

n'ayant pas encore de données suffisantes sur l'apparition de la phycoérythrine dans les cellules du *Nostoc commune ;* toutefois, je ne puis pas me dispenser, avant de finir, de dire quelques mots sur l'origine probable du pigment rouge de cette plante et de celui des Cyanophycées en général. D'où provient cette phycoérythrine? Nous ne pouvons avoir à ce sujet que des indications vagues ; mais si j'osais émettre une hypothèse à cet égard, je dirais qu'on est naturellement incité à supposer que le pigment rouge, que je considère comme une phycoérythrine, doit provenir de la transformation de la phycocyanine Si cette hypothèse se confirme, il faut admettre qu'il doit y avoir des substances qui font la transition entre les phycocyanines et la phycoérythrine. Ce qui me détermine à faire cette hypothèse, c'est que les quantités de pigment bleu et de pigment rouge qui se trouvent à un moment donné dans une plante varient en rapport inverse.

N'ayant pas réussi à séparer par cristallisation ces deux pigments, je n'ai pas pu, évidemment, en faire des déterminations quantitatives. Mais la séparation des matières colorantes par la méthode absorbante, montre toujours, très nettement, que lorsque la quantité d'un pigment a augmenté, la quantité de l'autre a diminué. C'est ainsi par exemple que lorsque le liquide, acquis par macération, a, par transparence, une couleur franchement bleue (n° 5, pl. 1), on obtient sur le papier à filtrer une zone large bleue et presque pas de rouge ; le liquide de macération est-il rouge-violet, on obtient une zone bleue à peu près aussi large que la zone rouge ; enfin lorsque l'extrait est rouge ou d'un rouge nuancé de violet, on obtient une zone large rouge, tandis que la zone bleue est extrêmement réduite. Par conséquent il y a proportionnalité entre la diminution du pigment bleu et l'augmentation du pigment rouge. A ce point de vue aussi, les données spèctrométriques de Gaidukow sont très instructives. J'ai construit dans la fig. 4, d'après cet auteur (1) les courbes qui montrent la marche de l'absorption par les cellules de l'*Oscillaria sancta* colorées en bleu vert (Bv) et par les cellules colorées en jaune brun (Jbr) ; on y voit très nettement que la diminution de la quantité de phycocyanine est suivie d'une augmentation presque proportionnelle de la quantité de pigment rouge. Ces faits me paraissent indiquer que tout se passe comme si la phycocyanine se transformait en phycoérythrine.

D'ailleurs Sauvageau (2) semble vouloir exprimer la même idée lorsqu'il dit : « le pigment des Myxophycées roses remplace celui qui leur donne leur couleur habituelle et provient de sa transformation ;

---

(1) N. Gaidukow. Ueber d. Einfluss farb. Lichts etc. *(Anh. Abh. preuss. Ak. Wiss.*, 1902 ; Taf. III, fig. VI *a ;* Taf. II, fig. III *a).*

(2) C. Sauvageau. A propos d'Oscillariées rouges *(Comptes-rendus Soc. Biol. de Paris*, t. 64, 1908, p. 97). — Sur des Myxophycées roses et sur un procédé d'étude de la phycocyane *(Comptes-rendus Soc. biol. de Paris*, t. 64, 1908, p. 95).

il n'en est pas nécessairement toujours ainsi. » Il est vrai, que d'après Sauvageau le pigment rose ne serait qu'une variété de phycocyanine ; mais comme cet éminent algologue n'a pas étudié au spectroscope le pigment rose des Myxophycées qu'il a observées, comme d'autre part la couleur de ces plantes était d'un rouge « couleur de *Callithamnion*, rouge couleur de *Gelidium*, rouge couleur de *Halurus* » je crois que ce pigment de Myxophycées est une phycoérythrine, tout comme celui de l'*Oscillatoria Cortiana* rouge, examiné par Bocat.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 1

Extraits aqueux de *Nostoc commune*. — 1, 2, 4, 7 et 10, solutions rouges ou presque rouges, dans lesquelles prédomine la phycoérythrine ; 3, 6, 8, 9, 12, 14 et 15, solutions violettes dans lesquelles la phycocyanine et la phycoérythrine sont mélangées en quantités plus ou moins égales ; 5, solution bleue dans laquelle prédomine la phycocyanine ; 11, couleur bleue, mais mal reproduite sur la planche.

13, Extrait aqueux de *Lyngbia æstuarii* ; la couleur est due probablement à la phycoérythrine, car la fluorescence était d'un rouge-orangé sale.

PLANCHE 2

A gauche :

Nostoc commune. — 1, 6, 11 et 16, spectres d'émission de l'hélium ; 5, 10, 15 et 20, spectres de la lampe à arc ; 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18 et 19, spectres d'absorption de la phycoérythrine normale.

A droite :

Nostoc commune. — 1, 6, 11, 16, 21, spectres de la lampe à arc ; 2, 3, 4, 7, 8, 9, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 22, 23, 24, spectres d'absorption de la phycoérythrine normale en solution plus concentrée que dans la planche 2 ; 5, 10, 15, 20, 25, spectres d'émission de l'hélium.

CONDITIONS THERMIQUES DU SOL SOUS L'INFLUENCE DE LA VÉGÉTATION LOCALE

par MM. Edmond et André GAIN

Si la végétation est en grande partie fonction des conditions thermiques, elle crée aussi, pour l'atmosphère et pour le sol, des conditions thermiques locales. Les différences constatées sont très notables ; elles peuvent dépasser dans une vallée les différences de température produites par l'ensoleillement inégal de l'ubac et de l'adret.

Nos observations semblent démontrer que la végétation peut créer dans le sol des différences thermiques en influençant inégalement l'évaporation de l'eau (cause de réfrigération) et l'ensoleillement direct (cause de réchauffement).

Les observations suivantes donnent une idée de l'irrégularité de la distribution de la chaleur dans les sols d'une localité (environs de Gérardmer).

I. — TEMPÉRATURES ENREGISTRÉES SIMULTANÉMENT SUR UN ADRET EN DES POINTS SITUÉS A DEUX MÈTRES DE DISTANCE (15^{h}. 29, VIII, 1919).

	Sous le sol à 1^{dm} de profondeur	Sur le sol, sans soleil
Champ d'Orge	13 $^{3}/_{4}$	14 $^{3}/_{4}$
Champ de Pommes de terre	13 $^{3}/_{4}$	14 $^{3}/_{4}$
Pré fauché	17	17 $^{3}/_{4}$

II. — TEMPÉRATURES ENREGISTRÉES SIMULTANÉMENT A 2 MÈTRES DE DISTANCE SUR UN UBAC (16^{h}. 29, VII, 19).

	Sous le sol à 1^{dm} de profondeur	Sur le sol, sans soleil
Sur pré fauché	15	18
Sur la partie du même pré non encore fauchée	14 $^{1}/_{4}$	17 $^{1}/_{2}$

A peu de distance, sur cet ubac, et à la même altitude, une formation végétale d'Epilobes près d'un bois, recouvrait un sol accusant seulement 11° $^1/_4$ à 1 dm. de profondeur.

III. — TEMPÉRATURES DU SOL ENREGISTRÉES SIMULTANÉMENT EN DES POINTS ÉLOIGNÉS DE 2 MÈTRES LES UNS DES AUTRES (15^h. 29, VII, 19).

	Sous le sol à 1^{dm} de profondeur sans soleil			Sur le sol					
				sans soleil			avec soleil		
	1	2	3	1′	2′	3′	1″	2″	3″
Pré fauché de Graminées.	17	17	17	22 $^1/_2$	22	23 $^1/_2$	28 $^1/_2$	25 $^3/_4$	26
Tapis de Mousses sur Pré, plus sec en 1.	16 $^1/_2$	14 $^3/_4$	14 $^1/_2$	23	21	23 $^1/_4$	31 $^1/_2$	26	29
Sol sous les buissons de *Sarothamnus* (expositions diverses).	13 $^3/_4$	14 $^1/_4$	14	20	21 $^1/_2$	21	»	»	»
	diff. max. : 3° $^1/_4$			3° $^1/_2$			5 $^3/_4$		

IV. — TEMPÉRATURES ENREGISTRÉES SIMULTANÉMENT EN DES POINTS ÉLOIGNÉS DE 1 MÈTRE, AUX OMBELLES, (18^h. 6, VIII, 19).

		Sous le sol à 1^{dm} de profondeur :	
Air	20 $^1/_8$		
Sur sol nu	17 $^1/_2$	Sous gazon ras fauché	16
Sur gazon	18	Sous gazon non fauché	14 $^1/_2$

V. — TEMPÉRATURES OBSERVÉES DANS UN PRÉ SUIVANT UNE PENTE ET UN PROFIL THERMIQUE LINÉAIRE DE 100 MÈTRES. (SUD-NORD) PRÉ DE CHACOU (GÉRARDMER) (17^h. VIII, 19). AIR 17°. DÉNIVELLATION DE 8 MÈTRES SEULEMENT DU SUD AU NORD.

Nos 1	2	3	4	5	6	7	8 (Point le plus bas).
14 $^1/_2$°	14 $^3/_4$	14 $^1/_4$	15 $^1/_8$	15	15 $^1/_2$	14 $^1/_2$	15°

Températures notées à 25^{cm} de profondeur.

L'inégale humidité provenant de la proximité inégale d'un ruisselet, qui suivait obliquement la pente, explique en partie les différences thermiques.

VI. — TEMPÉRATURES OBSERVÉES SUIVANT UNE LIGNE DE NIVEAU HORIZONTALE (PRÉ DE CHACOU) RECOUPANT LA LIGNE PRÉCÉDENTE AU POINT N° 4 QUI COÏNCIDE AVEC LE POINT N° 9. AIR 17°. SOL ENSOLEILLÉ (18^{h}. VIII, 19).

	N^{os} 8	9	10	11	Moyennes
Sous le sol à 25^{cm}.	$14\ ^{1}/_{2}$	$15\ ^{1}/_{8}$	13	$14\ ^{1}/_{4}$	14,2
Sous le sol à 2^{cm}.	$19\ ^{1}/_{2}$	$20\ ^{1}/_{8}$	$18\ ^{1}/_{4}$	19	19,2
					diff. 5°

VII. — EFFET DE L'ENSOLEILLEMENT SUR PRÉ, 18^{h}. AIR 17°.

	Profondeur de		
	10^{cm}	25^{cm}	35^{cm}
Sous le sol	$16\ ^{1}/_{2}$	$15\ ^{1}/_{4}$	$14\ ^{3}/_{4}$

VIII. — VARIATION DE LA TEMPÉRATURE DANS UN PRÉ.

Partie basse fraîche	$14\ ^{1}/_{2}$
Mamelon sec	$15\ ^{1}/_{8}$
Partie ombragée par des arbres	14

Le voisinage des arbrisseaux suffit à gêner l'ensoleillement et modifie le régime de l'eau dans le sol, il exerce ainsi une influence assez facile à observer.

Une tonnelle de 5 m. de diamètre, constituée par une charmille, située dans un pré, est supposée recoupée par une ligne Nord-Sud et une ligne E.-O. On a pris les températures sur ces lignes à 3 m. et à 6 m. du centre du massif et en dehors de la partie boisée.

Voici les chiffres obtenus à 10 cm. de profondeur dans le sol vers 17 h. après une journée ensoleillée.

	Points situés		
	à 3^{m}	à 6^{m}	Moyennes
Ligne vers le Nord	$14\ ^{1}/_{2}$	15	14.75
Ligne vers l'Est	16	16	16
Ligne vers le Sud	$15\ ^{1}/_{2}$	$15\ ^{3}/_{4}$	15.62
Ligne vers l'Ouest	$15\ ^{1}/_{4}$	$15\ ^{1}/_{2}$	15.37
Moyennes :	$15\ ^{3}/_{4}$	15°56	Diff. max. 1.25

Vers l'Est le sol a reçu le soleil le plus longtemps alors que vers le Nord le sol a été ombragé le plus longtemps. L'effet du massif est donc traduit par l'ensoleillement inégal, sans présenter de grandes différences en raison de l'homogénéité du peuplement végétal qui recouvre le sol.

Au point de vue agricole les différences thermiques locales sont très accentuées, et doivent influencer, dans une certaine mesure, les réactions biologiques des sols. Il faut en tenir compte lors des prélèvements d'échantillons en vue des études pédologiques.

INFLUENCE DES MATIÈRES DE RÉSERVE DE L'ALBUMEN DE LA GRAINE

SUR LE

DÉVELOPPEMENT DE L'EMBRYON

par M. Achille URBAIN

(fin)

Cinquième expérience :
Epinard *(Spinacia oleracea)*

La graine de l'Épinard présente, sous forme d'ailette, des sépales persistants ; le péricarpe et les téguments sont excessivement ligneux et difficiles à séparer. L'embryon est incurvé et englobe en son centre un albumen farineux.

On isole le 1er et le 2^{me} jour de la germination 10 embryons qu'on laisse 8 jours en serre avec 5 témoins. Au bout de cette période, tous vivent et ont allongé considérablement leurs cotylédons qui sont très verts. Les témoins sont ici une fois et demi plus grands que les plantules ex-albuminées. Ils sont mis à cette date tous en pleine terre.

Sixième expérience :
Pin Pignon *(Pinus Pinea)*

Nous partons de 20 graines que nous mettons à tremper dans de l'eau pendant 12 heures. Nous enlevons ensuite assez facilement le tégument très dur qui entoure l'endosperme.

Nous privons, le premier jour de la germination, 4 embryons de leur endosperme. Ces embryons sont blanc nacré et présentent, en moyenne, 12 cotylédons. Ils forment le lot P^1.

Nous attendons ensuite l'apparition à l'extérieur de la radicule, c'est-à-dire au quatrième jour de l'expérience, pour isoler 4 nouveaux embryons qui constituent le lot P^2. A cette date, nous pouvons constater alors que les cotylédons des témoins sont jaunâtres et que leur radicule est très longue (20 mm.), les cotylédons des plantules du lot P^1 sont vertes et leur radicule plus courte (8 mm.)

Ces 8 embryons et 4 témoins sont ensuite laissés en serre. Le 11me jour de l'expérience, on peut noter :

1° que les plantules des lots P^1 et P^2 ont sensiblement le même aspect : cotylédons et tigelle vert foncé, radicule de longueur égale.

2° que les témoins ont des dimensions beaucoup plus grandes et que leur tigelle et cotylédons ne sont que verdâtres.

Les différences que nous venons d'énoncer peuvent se résumer dans le tableau des dimensions des parties constituantes des embryons que nous donnons ci-dessous :

	COTYLÉDONS	TIGELLE	RADICULE
Lot P^1	10 mm.	12 mm.	20 mm.
Lot P^2	10 mm.	13 mm.	23 à 24 mm.
Témoins	12 mm.	15 mm.	45 mm.

A cette date, nous mettons en pleine terre toutes nos plantules. Nous verrons ultérieurement la suite de leur développement.

. . . .

D'autres expériences pratiquées sur le Maïs (*Zea Mays*), le Ricin (*Ricinus communis*), le Pavot (*Papaver somniferum*), la Mauve (*Malva silvestris*), la Saponaire (*Saponaria officinalis*), le Lychnis (*Lychnis Githago*), l'Oxalis (*Oxalis Acetosella*), la Fumeterre (*Fumaria officinalis*), le Balisier (*Canna indica*), le Févier (*Gleditschia triacanthos*), le Fenouil (*Anœthum Fœniculum*), la Morelle (*Solanum nigrum*), le Muflier (*Antirrhinum majus*), le Lis (*Lilium candidissimum*), etc., etc., nous ont toujours fourni des résultats analogues.

RÉSUMÉ DU CHAPITRE PREMIER

En résumé, l'albumen, quelle que soit sa nature ou sa position vis-à-vis de l'embryon, n'a jamais été, dans tous les cas que nous avons examinés, indispensable au développement de la plantule. En effet, quel que soit son volume, l'embryon normalement constitué, séparé de ses réserves albuminées, mis à germer dans un milieu nutritif approprié, a toujours trouvé, en lui-même, les ressources nécessaires à son accroissement.

La grosseur de l'embryon n'a donc jamais été ici un facteur important ; l'exiguité de la plantule donnant seulement lieu, par suite de manipulations plus délicates, à des traumatismes plus fréquents, causes de mortalités plus nombreuses.

La suppression de l'albumen a cependant, dans tous les cas, ralenti la vie de l'embryon. Celui-ci a bien essayé de combattre son infériorité physiologique, soit en provoquant l'apparition hâtive de la chlorophylle dans ses cotylédons, soit en augmentant ses moyens d'absorption par un système radiculaire plus important (cas du Maïs), mais tout cela sans résultat aucun. Comparées, en effet, à des témoins albuminés de même âge, les plantules ex-albuminées sont restées, dans tous les cas, plus chétives.

Cependant la présence, même passagère, de la matière albuminée, a été, en général, favorable à la plantule, surtout dans les premiers jours de la germination.

Or, durant les premiers stades de la vie germinative, les quantités de matière de réserve absorbée ayant toujours été minimes, nous sommes arrivés à admettre que l'albumen devait agir autant par sa présence que par la totalité des éléments qui lui sont empruntés. Ce ne serait pas simplement, dans le cas du Ricin, les $0^{g}, 03$ d'albumen absorbé qui agiraient au 5^{me} jour de la germination, mais aussi le contact de la matière oléagineuse sur les cotylédons qui opérerait sur eux comme un excitant vital. Par sa présence, en effet, l'albumen réveillerait l'activité des tissus embryonnaires, en favorisant, par exemple, l'action des diastases qui permettraient l'utilisation des réserves intrinsèques de la plantule.

. . . .

Ce que nous venons de dire pour l'albumen s'applique aussi au périsperme du Balisier et à l'endosperme du Pin Pignon qui, tout en étant d'origine différente, jouent cependant le même rôle vis-à-vis de la plantule.

CHAPITRE II

ETUDE MORPHOLOGIQUE EXTERNE ET INTERNE DES PLANTES ADULTES PROVENANT DES EMBRYONS EXALBUMINÉS EXPÉRIMENTALEMENT

Nous diviserons ce chapitre en deux parties. Dans la première, nous comparerons les plantes provenant des graines témoins, normales, à celles issues des embryons que nous avons séparés de leur albumen dès le début de la germination. Il est, en effet, permis de se demander si, à des modifications de vie aussi importantes que celles qu'ont subi ces plantules, correspondent des modifications morphologiques externes, constantes, susceptibles d'être notées. Disons-le tout de suite, cette étude a été féconde en résultats.

Nous suivrons ici le même plan que celui que nous avons adopté dans notre chapitre premier.

Nous verrons ensuite dans la deuxième partie si, aux changements produits dans la morphologie externe des plantes, correspondent des modifications anatomiques importantes.

1. Étude morphologique externe.

GRAMINÉES

Blé *(Triticum sativum).*

1° *Les témoins* adultes atteignent de 1m, 10 à 1m, 20. Les racines adventives sont au nombre de 10 ou 15. Leur tige redressée porte 4 ou 6 feuilles ayant en moyenne 18 centimètres de longueur et 1 centimètre de largeur. Leur inflorescence, qui est terminale, comprend un épi condensé à caryopses nombreux (20 ou 30) et normaux.

2° *Plants ex-albuminés.* Nous verrons d'abord ceux issus du lot P¹. Les plantes adultes n'atteignent, en moyenne, que 34 centimètres, leurs racines adventives ne sont qu'au nombre de 4 ou 5. Leur tige, plus ou moins redressée, ne possède que 3 ou 4 feuilles étroites, souvent repliées sur elles-mêmes, ayant 4 à 5 centimètres de longueur et 5 millimètres de largeur. Leur épi qui apparaît en moyenne 15 jours avant celui des plants témoins est lâche ; il ne comprend que 6 à 8 grains souvent avortés. Un épi même a été trouvé avec un seul caryopse normal (fig. 9).

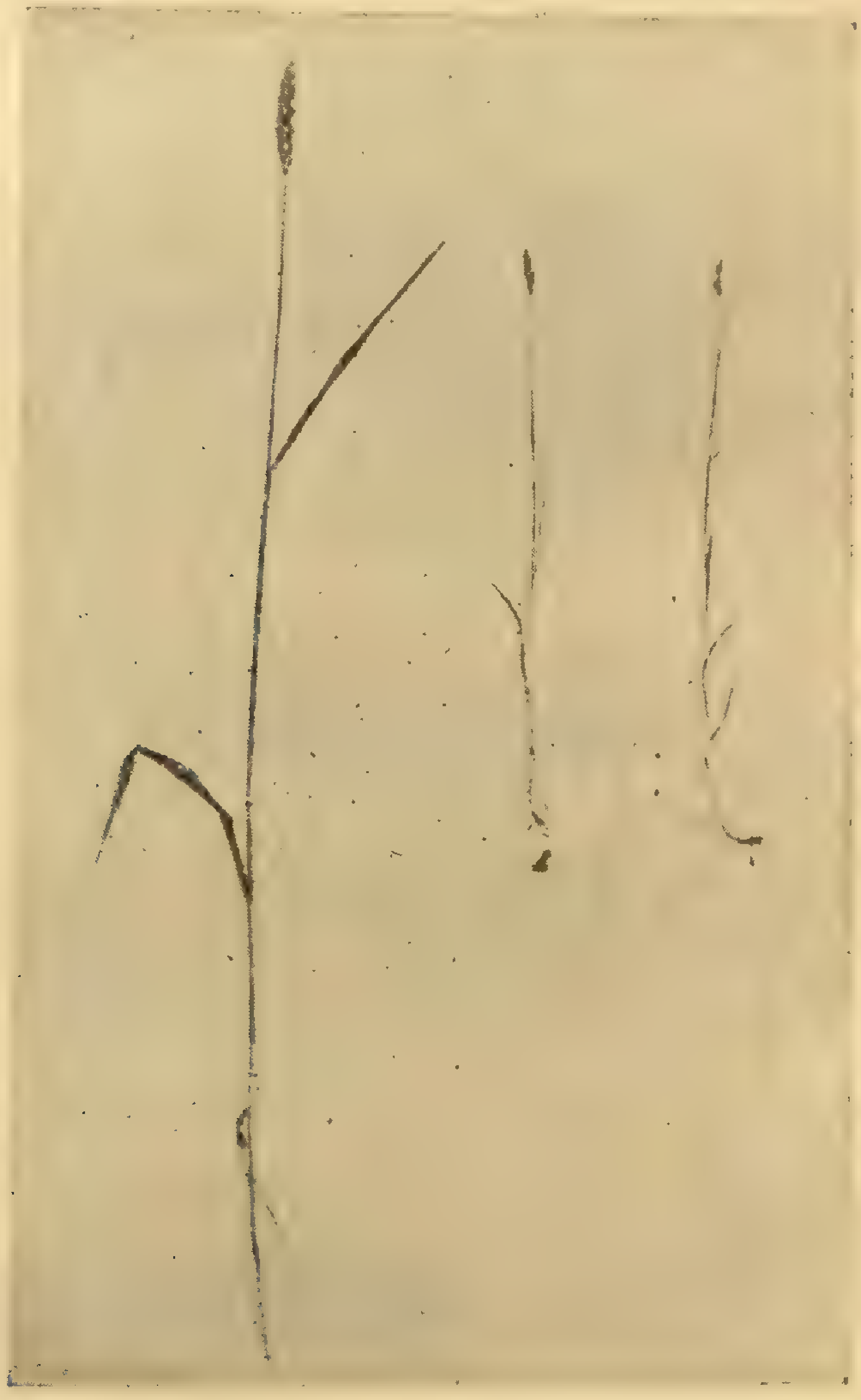


Fig. 9. — Blé *(Triticum sativum)*. A gauche, la plante témoin ; à droite, les plantes naines des lots P¹ et P² dont les épis sont réduits et ne possèdent que 6 ou 8 caryopses.

Les plants provenant du lot P² rappellent ces derniers, mais leurs épis ont presque toutes leurs graines normales. Quant à ceux issus du lot P³, ils se rapprochent très sensiblement des témoins, quoique leur taille soit plus réduite et ne dépasse jamais 80 centimètres.

Maïs *(Zea Mays).*

1° Les témoins adultes ont de 1m, 75 à 2m, 10 de hauteur. Ils possèdent des feuilles larges et nombreuses. Leur panicule terminale, abondamment ramifiée, est chargée d'épillets mâles. En outre, un peu plus tard, apparaissent à l'aisselle des feuilles du milieu de la tige des inflorescences latérales femelles entourées de bractées imbriquées ; elles sont terminées par de longs stigmates rougeâtres.

Elles donneront ultérieurement des épis larges possédant de nombreuses graines.

2° *Ex-albuminés.* Les plantes issues des lots P^1, P^2, P^3 ont toujours eu le même aspect général. Leur taille a varié entre 1 m. et 1m, 25. Leurs feuilles sont moins nombreuses que celles des témoins, elles sont souvent enroulées sur elles-mêmes, quelquefois ondulées. Dans un cas appartenant au lot P^1 nous avons trouvé une feuille ayant la nervure centrale de son limbe dissociée en trois autres blanchâtres.

Leur panicule terminale apparaît en moyenne 15 jours avant celle des témoins. Comparée à cette dernière, elle a souvent présenté des anomalies florales plus ou moins accusées.

Nous avons vu sur quatre de ces plantes (2 du lot P^1, 1 du lot P^2, 1 du lot P^3) l'axe central de la panicule dont les épillets mâles ont subi la métamorphose en épillets femelles (fig. 10), qui dans tous les cas ont été fécondés et ont donné ultérieurement des fruits normaux. Dans un autre exemple appartenant au lot P^1 la panicule qui paraissait normale à première vue a montré, après un examen attentif, au milieu des fleurs mâles d'autres à glumes très allongées d'où sortait un style filiforme.

Enfin sur une panicule d'une plante du lot P^3 nous avons trouvé une douzaine de fleurs véritablement hermaphrodites possédant chacune 3 étamines et un ovaire. Ces fleurs sont presque toujours restées stériles par suite de la rupture (fréquente) de leur style par le vent.

Les inflorescences femelles sont apparues aussi une quinzaine de jours avant celles des témoins. Elles sont moins nombreuses que chez ces derniers ; elles ont, en général, été normales. Nous avons seulement trouvé dans un cas, à l'extrémité d'un épi d'une plante issue du lot P^1, des épillets à glumes minces, striées, comparables à celles des épillets mâles, mais où cependant nous n'avons pu déceler d'étamines.

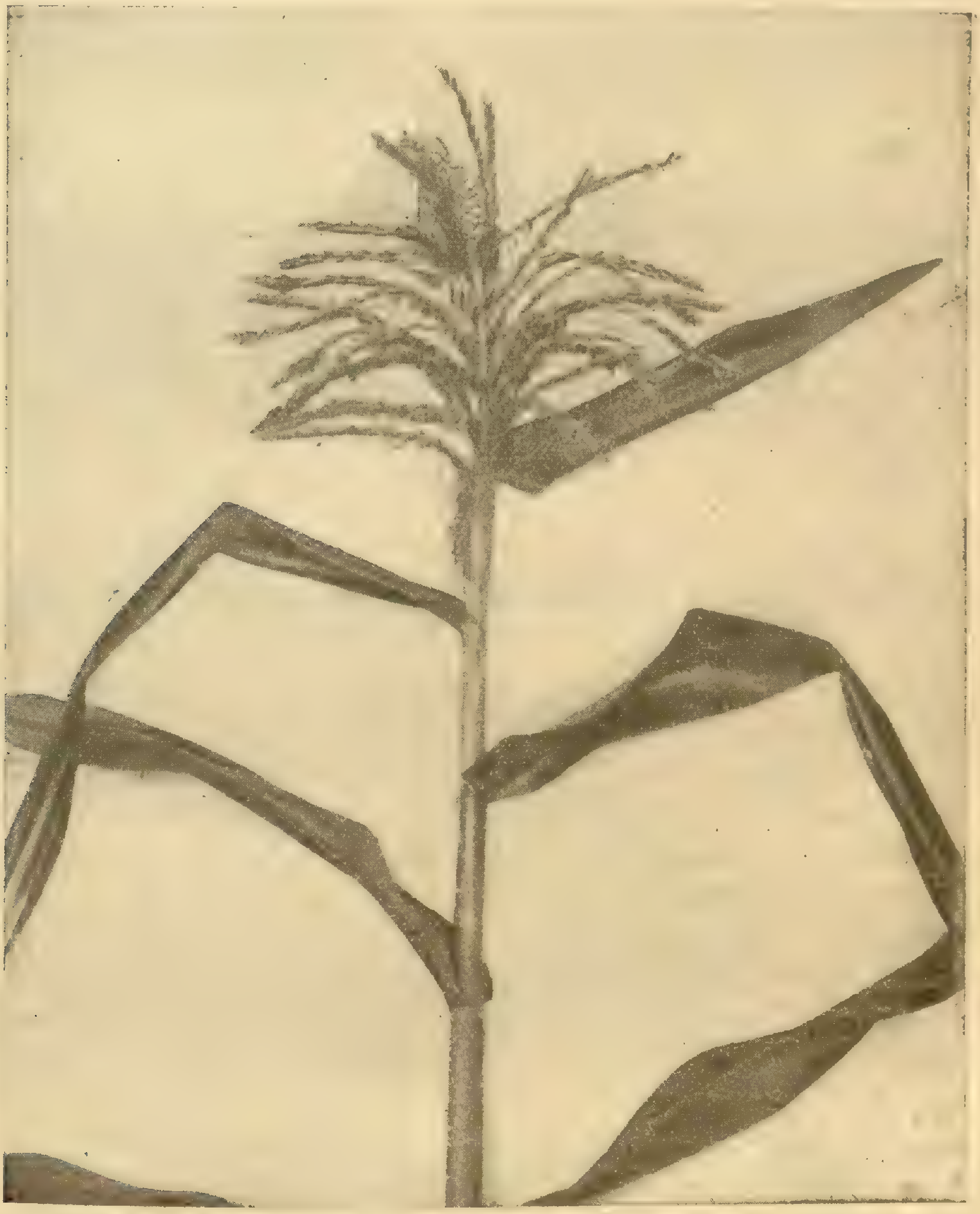


Fig. 10. — Maïs (*Zea Mays*). Panicule terminale d'une plante issue du lot P^2 présentant des epillets femelles fécondés qui, ultérieurement, donneraient des fruits normaux.

Les épis ont toujours été moins larges, moins longs que chez les témoins, le nombre des graines a été aussi réduit (20 ou 30).

Donc, *en résumé*, dans les exemples de cette famille que nous venons d'étudier, on a pu noter des différences très nettes entre les témoins et les plants ex-albuminés.

Chez le Blé, ces derniers ont toujours été nains ; leurs feuilles moins développées que celles des témoins sont plus étroites et enroulées sur elles-mêmes. La floraison est plus hâtive et leurs fruits souvent avortés sont toujours moins nombreux que ceux des plantes normales. A signaler que le lot P^3 a ici, toujours, fourni des plantes se rapprochant des témoins dont ils se différencient par une taille plus réduite.

Chez le Maïs, les plantes issues des lots P^1, P^2, P^3 ont toujours été d'une taille plus réduite que celle des témoins. Leurs feuilles en outre ont présenté souvent des modifications morphologiques intéressantes (feuilles enroulées, ondulées). Leur floraison a aussi été plus précoce et leur panicule a présenté de nombreuses anomalies rappelant celles obtenues par Blaringhem (1) en traumatisant le Maïs.

NYCTAGINÉES

Belle-de-Nuit (*Mirabilis Jalapa*).

1° *Les témoins* atteignent ordinairement 3 à 4 décimètres de hauteur, leur tige est rameuse et possède de nombreuses feuilles opposées et assez longuement pétiolées. Les fleurs sont très nombreuses ; elles sont entourées d'un involucre à 5 divisions très accusées.

Le fruit est un gros akène entouré par la base persistante du calice.

2° *Ex-albuminés.* a) *Lots* P^1 et P^2. Les plantes issues de ces deux lots ont une taille qui varie entre 15 et 25 centimètres.

Leur tige rameuse porte des feuilles plus étroites et moins longuement pétiolées que celles des témoins.

Les fleurs sont moins nombreuses et leur involucre a des divisions peu accusées.

Leurs graines sont moins volumineuses que les normales.

---

(1) Louis Blaringhem. Action des traumatismes sur la variation et l'hérédité (1907, Thèse).

b) *Lot P^3*. Il a toujours fourni des types normaux. Donc ici en dehors d'une taille moins élevée et des différences peu importantes des feuilles et de la fleur, les plantes issues des lots P^1 et P^2 se rapprochent très sensiblement des témoins.

EUPHORBIACÉES

Ricin *(Ricinus communis)*.

1° *Témoins*. Ils atteignent en moyenne 2 mètres de hauteur; leurs feuilles, très longuement pétiolées, possèdent neuf digitations très prononcées.

Ils présentent plusieurs grappes florales toujours situées à l'aisselle des feuilles les plus élevées. Leurs graines ont toujours été nombreuses et normales.

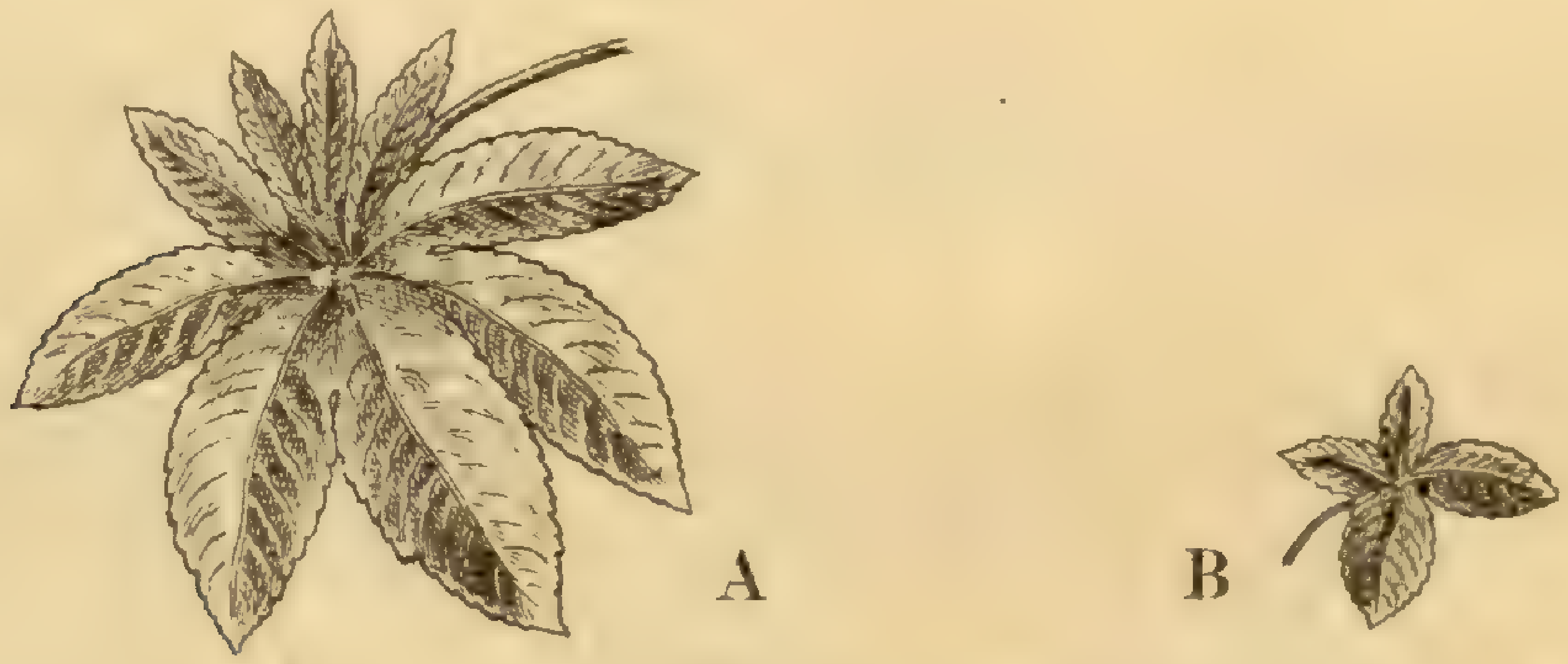


Fig. 11 et 12. — Ricin (*Ricinus communis*). A, Feuille de la plante témoin présentant 9 digitations; B, Feuille quadrilobée de la plante issue du lot P^1 (1/3 grandeur naturelle).

2° *Ex-albuminés*. a) *Lots P^1 et P^2*. Les plantes, issues de ces lots, ont présenté, dans les deux premiers mois de leur existence, un ralentissement accentué de leur vie végétative. C'est ainsi qu'au 50e jour de leur germination, alors que les témoins ont 1 mètre de hauteur et possèdent un appareil foliaire très développé, celles-ci ne dépassent pas une vingtaine de centimètres et ne portent que 4 feuilles qui sont ou quadrilobées (fig. 11 B) ou n'ont que 6 digitations alors que celles des témoins en ont 9 (fig. 12 A). A cette date on note, en outre, chez trois d'entre elles, à l'aisselle de la 4e feuille, l'apparition d'une grappe florale comprenant 6 fleurs femelles et 12 fleurs mâles. Les fleurs femelles sont normales. Par contre les étamines ont leur filet simple ou à 2 divisions au lieu d'être ramifié en dichotomie comme chez les témoins (fig. 13). De plus, chez trois fleurs mâles, on remarque la transformation incomplète d'étamines en sac clos comparables à des ovaires surmontés par 2 stigmates rougeâtres.

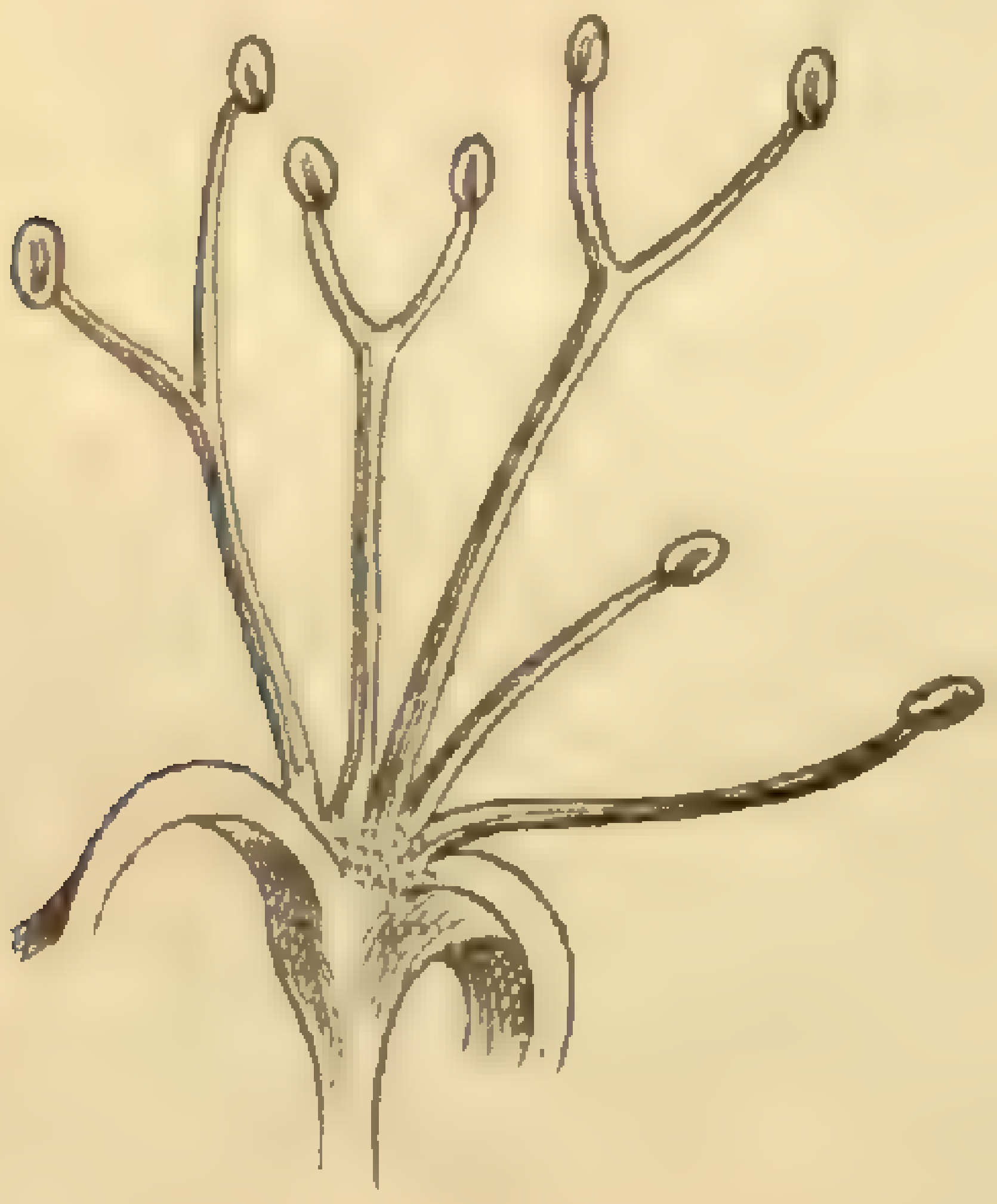


Fig. 13. — Ricin *(Ricinus communis)* Etamines dont les filets sont simples ou à 2 divisions (grossi 6 fois).

Dans chacun de ces cas, deux fleurs femelles ont été fécondées et ont donné ultérieurement des graines normales.

Puis après cette floraison hâtive, les jeunes plants reprennent leur végétation qui paraît avoir subi de ce fait un coup de fouet et tendent à prendre un aspect normal. Au stade d'adulte, leur taille ne dépasse pas cependant 75 centimètres et leurs feuilles ne présentent que 6 à 7 digitations (fig. 14). Ils donnent ensuite des fleurs normales dont le nombre est cependant restreint. Quant à leurs graines, elles sont moins grosses et un peu plus aplaties que celles des témoins.

b) *Lot P*³. Les plants issus de ce lot ressemblent, très sensiblement, aux témoins; leur taille n'est cependant que de 1ᵐ, 25 à 1ᵐ40. Leur appareil foliaire est aussi un peu plus réduit quoique normal. En outre, la floraison a toujours été régulière et leurs graines sont normales.

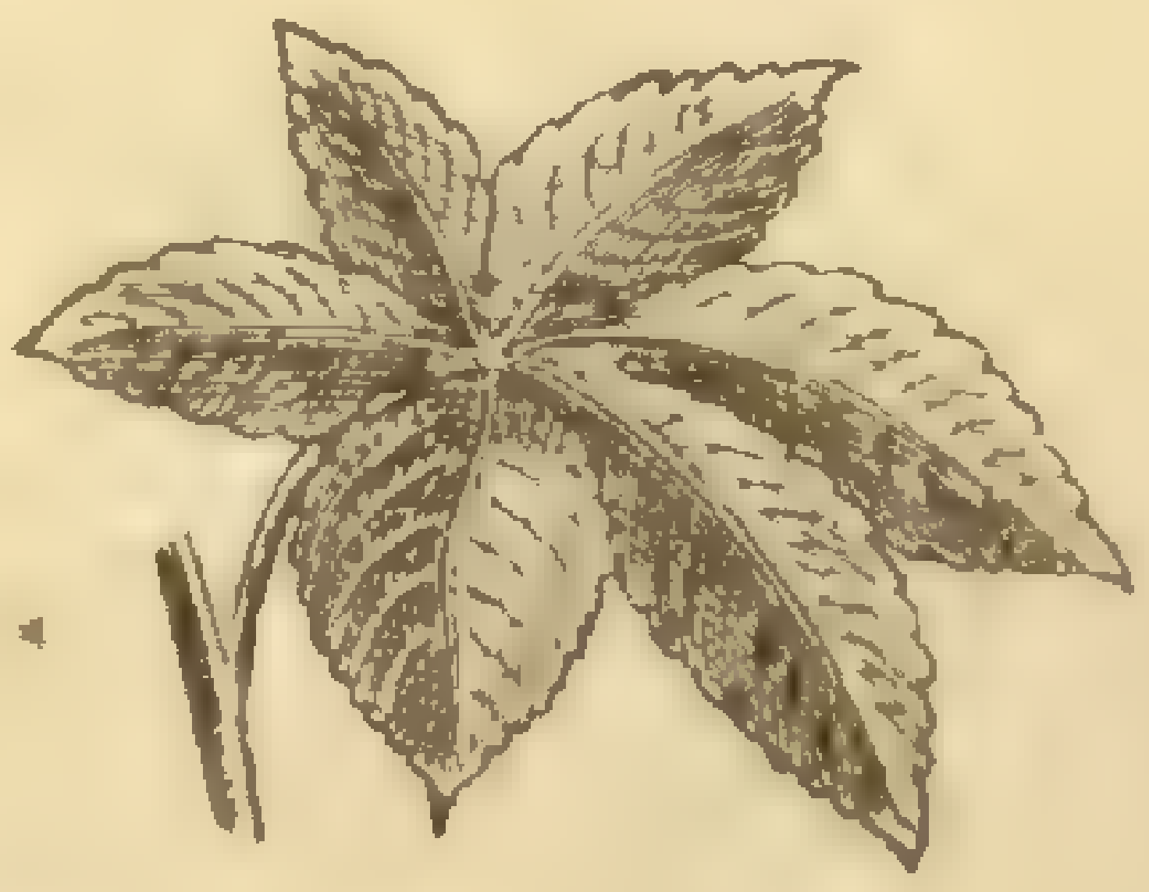


Fig. 14. — Feuille à 6 digitations du Ricin adulte provenant du lot P¹ (1/3 grandeur naturelle).

En résumé, la suppression de l'albumen de la graine, dès les deux premiers jours de la germination, a provoqué chez le Ricin : 1° du nanisme ; 2° des modifications morphologiques importantes sur les feuilles ; 3° une floraison hâtive suivie d'une deuxième normale ; 4° des anomalies sexuelles au cours de cette première floraison. Par contre les plants issus du lot P³ qui ont conservé leur albumen pendant 5 jours, sont sensiblement comparables aux témoins.

OMBELLIFÈRES

I. Carotte (*Daucus carota*)

1° *Les témoins* ont 5 ou 6 décimètres de hauteur, leur racine principale est pivotante, riche en matières de réserve.

Leur tige est dressée et porte de grandes feuilles alternes engaînantes, dont le limbe est divisé en un très grand nombre de folioles étroites. Leur inflorescence est une ombelle composée comprenant 10 à 12 ombellules ayant, à leur base, un involucelle formé de bractées très ramifiées. A la base de l'ombelle existe un involucre important découpé aussi en lanières.

La fleur possède 5 pétales blancs toujours recourbés sur eux-mêmes et dont la pointe est dirigée sur le centre de la fleur; les pétales extérieurs sont ici sensiblement plus grands que les internes. Les étamines ont leur filet recourbé vers le centre de la fleur.

Le fruit qui est un double akène possède des côtes primaires et secondaires très nettes ; les primaires supportent des aiguillons très raides, au nombre de 14 à 18.

2° *Plants ex-albuminés. Lots* P^1, P^2. Les plants issus de ces lots n'ont que 3 décimètres de hauteur; leur racine pivotante est étroite, peu riche en matières de réserve. Leur tige non rameuse porte des feuilles en petit nombre (4 ou 5) qui sont toujours très découpées mais peu engaînantes. Leur inflorescence qui apparaît 10 à 12 jours avant celle des témoins est terminale et unique. Elle a toujours marqué la fin de la vie végétative. Cette inflorescence est toujours une ombelle composée ne comprenant que 5 ou 6 ombellules dont l'involucelle est souvent réduit à 3 ou 4 très fines lanières.

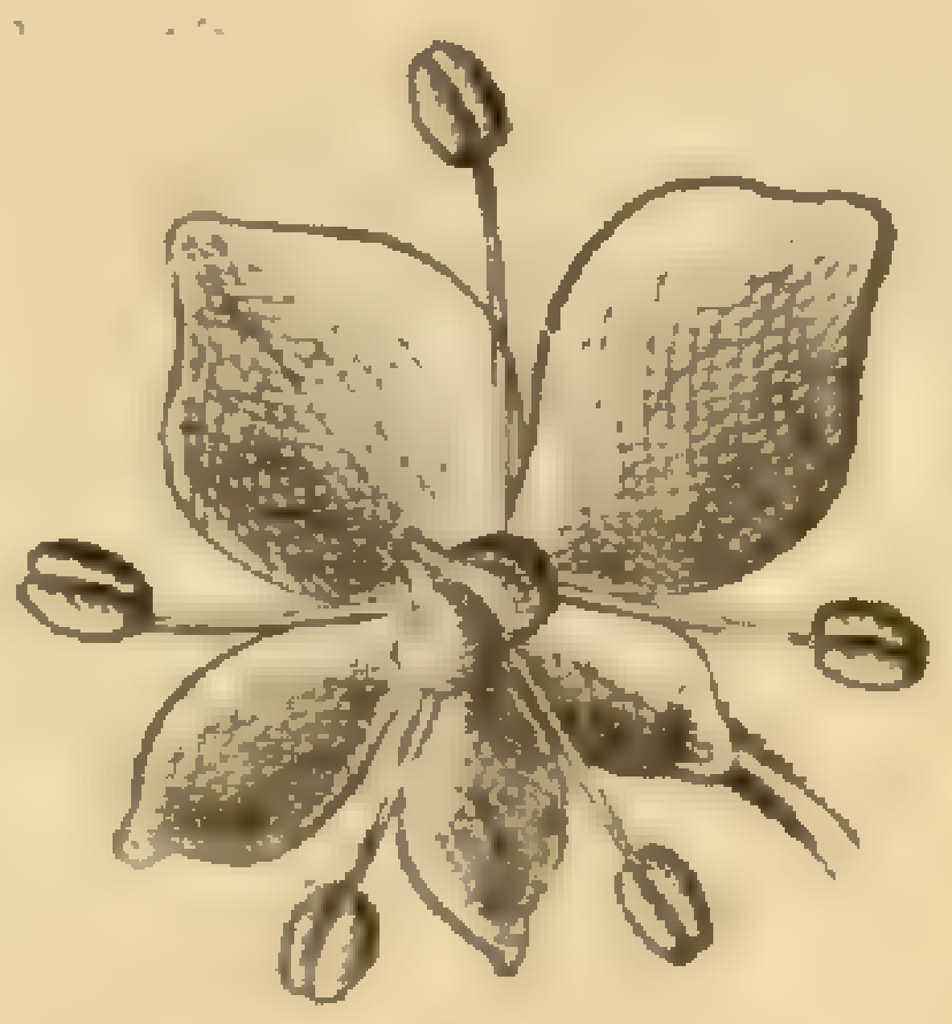


Fig. 15. — Fleur de Carotte (*Daucus Carota*) issue du lot P^1 montrant des pétales peu recourbés et des étamines redressées (grossi 6 fois).

Les fleurs possèdent des pétales, très réduits, très recourbés ; les internes sont souvent avortés ; leurs étamines ont, en outre, un filet redressé (fig. 15).

Les fruits sont très petits; les côtes primaires y sont peu accusées et surmontées de 8 à 10 aiguillons plus ou moins recourbés; les côtes secondaires sont avortées, à peine visibles.

RENONCULACÉES

Nigelle (*Nigella hispanica*).

1° *Les témoins* ont 6 décimètres de hauteur.

Leur tige qui est rameuse porte des feuilles nombreuses divisées en lanières plus ou moins fines, et longuement pétiolées. Leurs fleurs sont au nombre de 10 ou 12 ; elles sont très régulières ; leur calice varie comme teinte du bleu pâle au violet vif, il est toujours à 5 sépales. Leur fruit est formé de 5 follicules contenant chacun un grand nombre de graines.

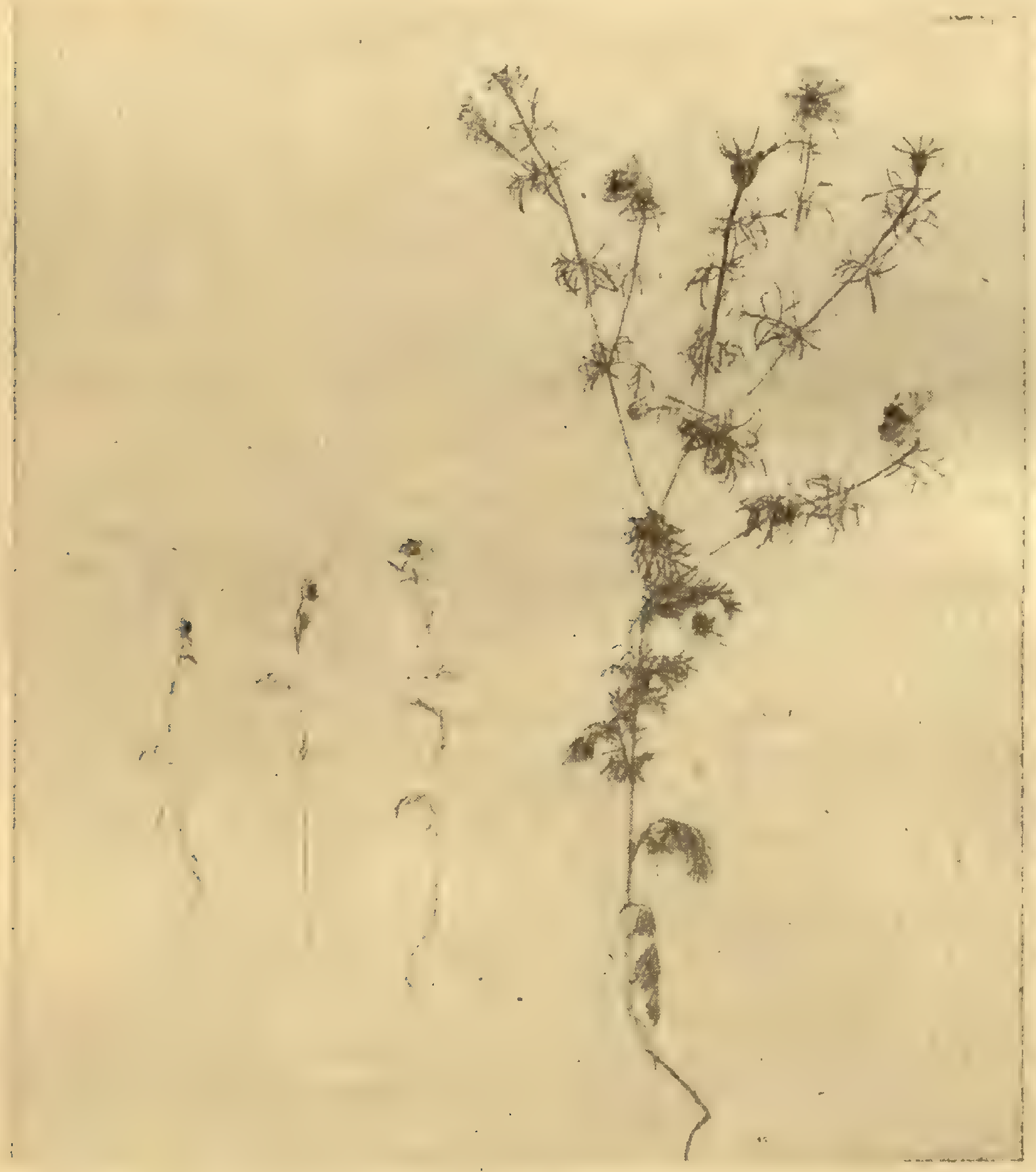


Fig. 16. — Nigelle *(Nigella hispanica)*. A droite la plante témoin. A gauche 3 plantes issues des lots P¹ et P² n'ayant que 3 à 4 feuilles réduites et qu'une fleur unique et terminale.

2° *Les plantes* issues des embryons auxquels on a supprimé les 2e et 3e jours de la germination leur albumen ont un aspect tout à fait différent. Leur taille n'atteint, en effet, que 15 à 18 centimètres.

Leur tige dressée, non rameuse, ne supporte que 3 ou 4 feuilles qui sont réduites, divisées en très fines lanières et presque sessiles. Chez toutes ces plantes on note, en outre, l'apparition d'un unique bourgeon floral qui s'épanouit 10 à 15 jours avant l'apparition de la première fleur des témoins. La fleur est ici entourée de 5 pétales verdâtres dont l'un est de taille réduite et a même avorté chez deux individus. Cette fleur unique est terminale et son apparition marque la limite de la vie de la plante (fig. 16).

Le fruit est encore composé de 5 petits follicules ne renfermant qu'un nombre restreint de graines toujours normales. Dans un cas, nous avons cependant trouvé un fruit ayant 3 follicules normaux et 2 avortés, ces derniers ratatinés et sans graines.

PAPAVÉRACÉES

Pavot (*Papaver somniferum*).

1° *Les témoins* ont de 1m, 25 à 1m, 50 de hauteur. La tige est rameuse et porte un appareil foliaire important. Les feuilles sont larges, fortement embrassantes et largement dentées. Ils ont en moyenne une quinzaine de fleurs, très régulières. Leur fruit a toujours été une capsule normale riche en graines.

2° *Ex-albuminés*. Ces plants diffèrent ici, encore très sensiblement, des témoins. Leur taille n'est que de 30 à 35 centimètres (fig. 17).

Leur tige est dressée dans tous les cas, non rameuse. Leurs feuilles sont peu nombreuses (3 ou 5), peu embrassantes et à peine denticulées.

Ils ont tous présenté un bourgeon floral, terminal et unique qui s'est épanoui vingt jours avant l'apparition de la première fleur des témoins. La fleur a été normale dans la majorité des cas, mais de dimension réduite. Nous avons constaté cependant, sur deux d'entre elles, que l'ovaire était formé par le groupement de carpelles plus ou moins distincts, et dont l'ensemble formait une masse mamelonnée unique. A part ces deux cas frappés de stérilité, la fructification a été normale et a marqué la fin de toute végétation.

La capsule obtenue a toujours été d'un volume plus réduit et les graines qu'elle contenait moins nombreuses que celles des témoins.

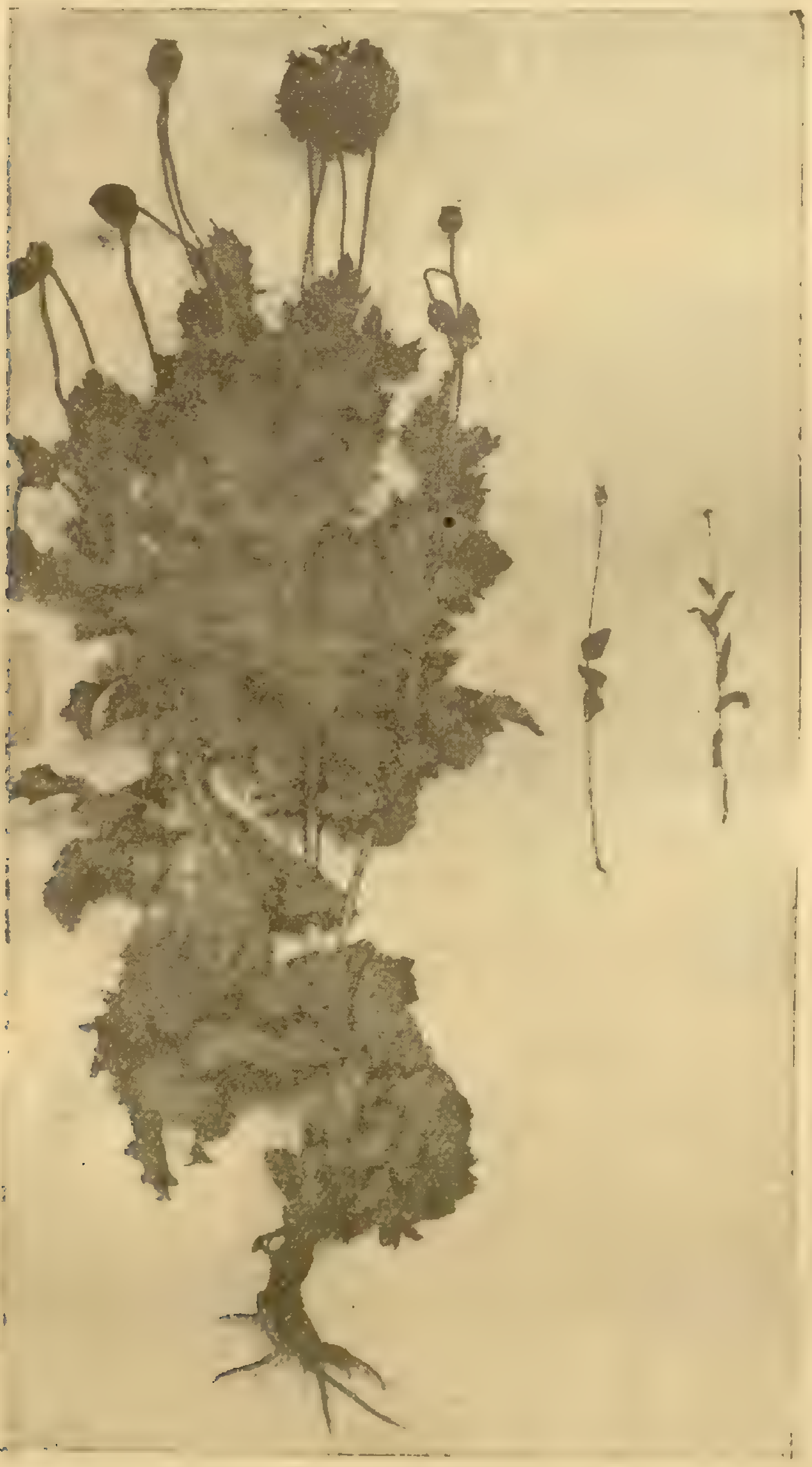


Fig. 17. — Pavot (*Papaver somniferum*). A gauche le Pavot normal. A droite deux plantes provenant d'embryons exalbuminés. Elles ne possèdent que 3 à 5 feuilles à peine denticulées et qu'une fleur terminale et unique.

Les mêmes différences ont été constatées chez « *Papaver Rhœas* »; nous avons eu ici cependant, dans la majorité des cas, chez les plantes ex-albuminées, 2 fleurs qui ont toujours été normales.

CARIOPHYLLÉES

Œillet *(Dianthus prolifer)*

1° *Les témoins* atteignent 4 à 5 décimètres de hauteur, leur tige est rameuse et porte de nombreuses feuilles à gaines très accentuées.

Les fleurs sont pédonculées, nombreuses, entourées de 2 à 3 paires d'écailles dentées, crénelées, plus ou moins imbriquées ; les bractées qui entourent le calice sont aussi dentées. Leur fruit est une capsule possédant des graines normales.

2° *Les plants ex-albuminés* ont une taille variant entre 10 à 12 centimètres, leur tige peu anguleuse est simple, dressée, ne portant qu'un nombre réduit de feuilles à gaine peu accentuée. La fleur est souvent terminale et unique ; elle est toujours sessile, les écailles imbriquées qui l'entourent sont entières.

La capsule de dimension réduite renferme des graines normales ; dans deux cas elle a été trouvée avortée, stérile.

CHÉNOPODÉES

Épinard (*Spinacia oleracea*).

1° *Les témoins* ont de 1^{m},15 à 1^{m},25 de hauteur ; leur tige est rameuse et porte un grand nombre de feuilles longuement pétiolées, larges, ovales, ayant à leur base deux prolongements étalés.

Les inflorescences des fleurs mâles ou femelles sont en grand nombre sur chaque pied. Les fleurs mâles ont 5 étamines. Le fruit est un akène entouré de sépales devenus épineux.

2° *Les plants ex-albuminés* atteignent de 10 à 12 centimètres de hauteur, leur tige non rameuse porte 4 ou 6 feuilles allongées, étroites, sans prolongement à leur base. Chaque plante présente une inflorescence terminale, unique, apparaissant 25 jours avant celle des témoins.

Les fleurs mâles n'ont souvent présenté que 4 étamines. Le fruit a toujours été un akène normal entouré de sépales persistants à pointes peu accusées.

SOLANÉES

Morelle (*Solanum nigrum*).

Les *témoins* ont 6 décimètres de taille, la tige est rameuse et diffuse ; elle porte un très grand nombre de feuilles dentées. Les inflorescences qui sont nombreuses sont toujours en corymbe. Les fruits sont des baies normales.

Les *plants ex-albuminés* n'ont que 15 centimètres de taille ; leur tige est droite, sans ramification. Les feuilles, au nombre de 5 ou 6 sont simples, non dentées. Leurs fleurs sont souvent uniques et terminales, quelquefois au nombre de deux, mais jamais en corymbe.

La floraison apparaît ici encore 15 jours avant celle des témoins. Le fruit est une baie normale, plus petite cependant que celle des plantes albuminées.

FUMARIACÉES

Fumeterre (*Fumaria officinalis*).

Les témoins ont de 25 à 35 centimètres de hauteur ; leur tige rameuse porte de nombreuses feuilles à limbe très divisé.

Les inflorescences sont nombreuses (8 à 10) et possèdent chacune 20 ou 30 fleurs: Les fruits ont été, dans tous les cas, normaux, et présentent toujours à leur sommet une petite fossette accentuée.

Les plants ex-albuminés n'atteignent que 7 à 12 centimètres de hauteur, leur tige est simple, sans ramification et ne porte que 4 ou 5 feuilles. Leur inflorescence est toujours unique, terminale et ne possède que 7 ou 10 fleurs toujours normales. Le fruit, de volume plus réduit, présente aussi à son sommet une petite fossette, mais qui est peu nette.

Nous avons en outre ici constaté une floraison hâtive dans deux cas. En effet, à la première période de la vie végétative, alors que la plantule n'a différencié que 2 feuilles, on voit apparaître à l'aisselle de l'une d'entre elles 2 petites fleurs normales, assez longuement pédonculées. La plante évolue ensuite normalement et termine sa vie végétative comme dans le cas habituel, en élaborant une inflorescence terminale.

Ces 2 fleurs ont ultérieurement donné des petits fruits normaux.

MALVACÉES

Mauve (*Malva silvestris*).

Les témoins atteignent 7 à 8 décimètres de hauteur ; leur tige redressée porte un certain nombre de feuilles crénelées-dentées.

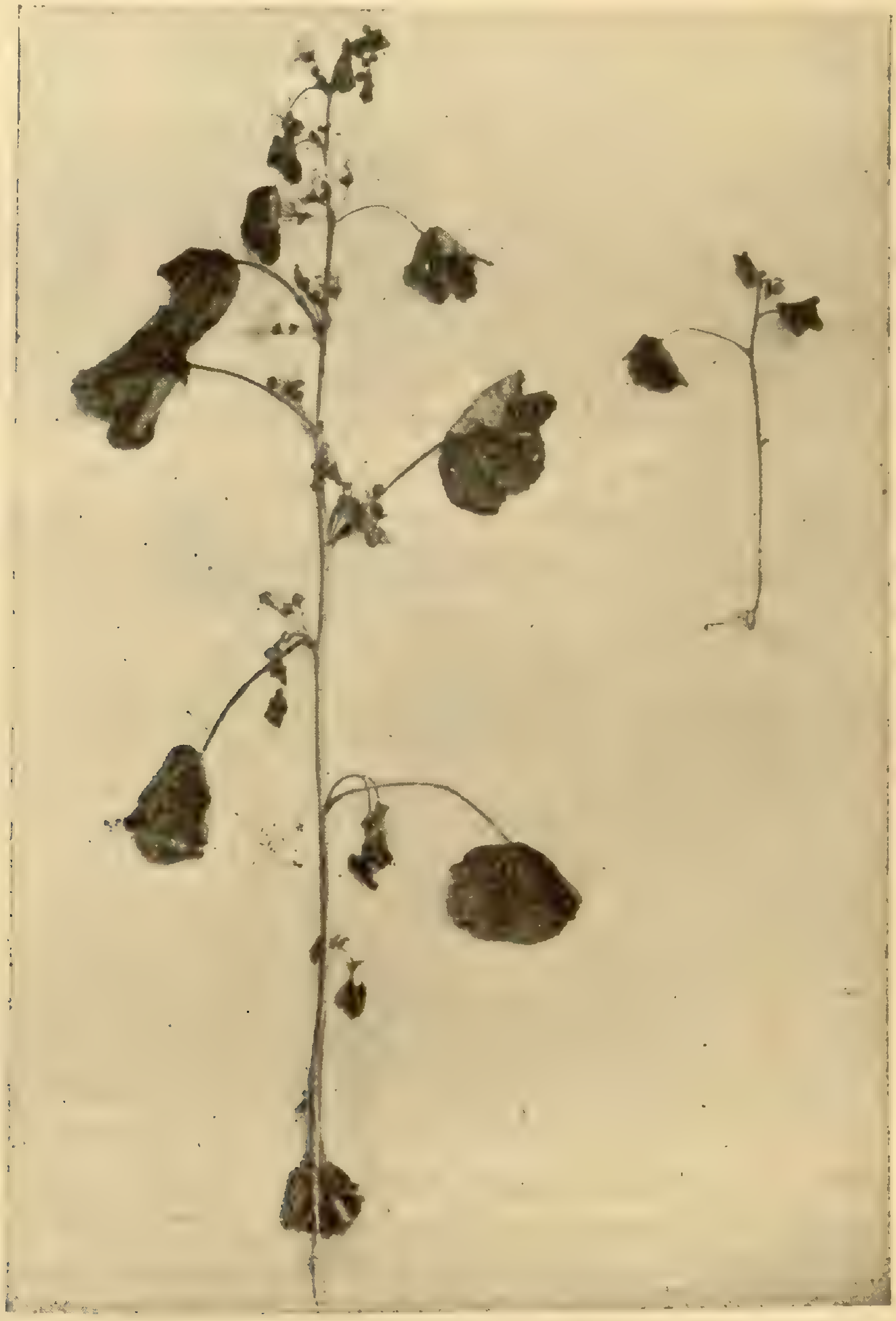


Fig. 18. — Mauve (*Malva silvestris*). A gauche la plante normale. A droite une Mauve naine issue du lot P¹ ; elle ne montre que 3 feuilles et 2 fleurs terminales

Les fleurs sont très nombreuses ; elles sont développées par 3 ou 4 à l'aisselle des feuilles.

Le fruit est un akène, qui dans tous les cas a été normal.

Les plants ex-albuminés (fig. 18) n'atteignent que 15 à 20 cm. ; leur tige est simple, dressée, et ne porte que 3 à 5 feuilles à peine dentées. Les fleurs sont petites, terminales et au nombre de 2 à 3 ; elles ont toujours été normales. Dans un cas, une fleur a été trouvée avortée, elle est restée stérile, toutes les autres par contre ont fructifié normalement.

GYMNOSPERMES

Pin Pignon (*Pinus Pinea*).

Les jeunes plants auxquels on a supprimé l'endosperme dès les premiers jours de la germination se sont toujours différenciés des témoins par leur taille plus réduite (ils sont moitié moins haut) et par leurs feuilles qui n'ont que 7 centimètres de longueur alors que celles des témoins en ont 12 à 13.

En résumé, nous pouvons donc conclure que la suppression de l'albumen de la graine, dès le début de la germination, agit profondément sur le développement ultérieur de la plantule. Alors que les témoins présentent un surcroît de vigueur caractérisé par des racines abondamment ramifiées, des tiges plus grosses, rameuses, portant des feuilles très nombreuses, des fleurs normales en grand nombre et des fruits régulièrement constitués riches en graines, les embryons ex-albuminés deviennent, en général, des plantes naines ayant une réduction de tous les organes.

Leurs racines sont, en effet, peu ramifiées, leurs tiges sont souvent simples, leurs feuilles peu nombreuses ont une forme extérieure simplifiée, leur floraison est toujours précoce, peu abondante, soit unique, soit suivie d'une deuxième normale quoique réduite (Ricin, Fumeterre) ; souvent, en outre, des anomalies sexuelles ont été constatées au cours de cette floraison (Ricin, Maïs, Pavot, etc.) et le fruit a été trouvé avorté sur un certain nombre d'exemples.

Dans quelques cas, tel que celui de la Belle-de-Nuit, les plants ex-albuminés tendent à se rapprocher des témoins : leur tige est rameuse, le nombre de fleurs est assez important, etc. Cette exception est due à ce que la plantule dans la graine est volumineuse et qu'elle renferme de ce fait une quantité intrinsèque de réserves plus abondantes que celles possédées par les autres embryons. Elle a donc moins souffert pour se développer. C'est ce qui se produit aussi lorsque la plantule a assimilé une très légère quantité d'albumen (lot P^3 du Blé, de l'Orge, de l'Avoine, du Ricin, etc.) ; elle donne ultérieurement une plante adulte qui se rapproche sensiblement comme aspect général de celui des témoins.

En outre, contrairement à ce qu'a signalé Gauchery (1) sur les nains constitutionnels qui possèdent des fleurs dont les dimensions rappellent celles des plantes normales, la fleur des nains que nous obtenons a suivi la réduction générale de l'organisme : elle est toujours plus petite que celle des témoins, souvent anormale, quelquefois avortée ou stérile. C'est donc là une différence primordiale entre le nanisme provoqué et le nanisme constitutionnel.

II. Etude morphologique interne.

Ainsi que nous venons de le décrire, les espèces dérivant d'embryons ex-albuminés expérimentalement subissent, dans la majorité des cas, des modifications morphologiques externes souvent profondes.

Nous devons donc nous demander si à ces changements extérieurs, parfois importants, correspondent des modifications anatomiques intéressantes à noter.

Nous avons fait, pour cela, une étude anatomique assez approfondie de la plupart de nos plantes à l'état jeune et à l'état adulte ; les ex-albuminés appartenant tous au lot P^1. Nous allons en donner ici quelques exemples.

EUPHORBIACÉES

Ricin (*Ricinus communis*).

Nous prenons pour cette étude des jeunes plants de 35 jours.

STRUCTURE DE LA RACINE. — *Les témoins* possèdent une assise pilifère très nette composée de cellules plus ou moins aplaties.

---

(1) GAUCHERY. Recherches sur le nanisme végétal (1899, Thèse).

Leur écorce est composée de 20 à 22 assises cellulaires avec une zone externe assez nettement différenciée de l'interne. Ces cellules sont plus ou moins polyédriques avec des méats intercellulaires nombreux.

L'endoderme est constitué par des cellules hexagonales riches en amidon.

Dans le cylindre central, le péricycle est peu net. Les faisceaux libériens et ligneux sont au nombre de 8. L'assise génératrice libéroligneuse y est très active. Le liber secondaire forme un anneau continu et le bois secondaire est très important. La moelle comprimée par ces formations secondaires est réduite.

Les ex-albuminés ont une assise pilifère moins distincte. L'écorce n'a que 15 ou 16 assises cellulaires formant un ensemble homogène ; les méats intercellulaires y sont moins nombreux.

L'endoderme est formé de cellules allongées. Le cylindre central se différencie nettement de celui des témoins par le nombre des faisceaux libériens et ligneux qui n'est que de 4 ou 5. En outre, les formations secondaires y sont peu importantes, l'assise génératrice ne fonctionne qu'au niveau des faisceaux libériens et ligneux ; le liber secondaire est disposé, en arc, au-dessous du liber primaire qu'il écrase en le repoussant et le bois secondaire est d'un développement moindre que chez le témoin. La moelle est par contre ici assez large.

STRUCTURE DE LA TIGE. — *Témoins* L'épiderme est à cellules plus ou moins rectangulaires, il possède de nombreux stomates.

L'écorce comprend 22 ou 24 assises cellulaires dont les éléments sont ovales, de dimensions variables, et laissant entre eux des méats nombreux.

Le cylindre central présente une assise génératrice libéroligneuse qui fonctionne activement. On compte ici 8 faisceaux libéroligneux ayant chacun 5 ou 6 rangées de vaisseaux ligneux à l'extrémité desquels se trouve le bois primaire très aplati.

Entre ces grands faisceaux existent de petits faisceaux libéroligneux secondaires.

La moelle est assez importante (fig. 19 A et 21).

Plants ex-albuminés. Les éléments sont ici plus petits et moins nombreux que chez le témoin.

L'épiderme a des cellules très nettes, mais les stomates y sont peu nombreux.

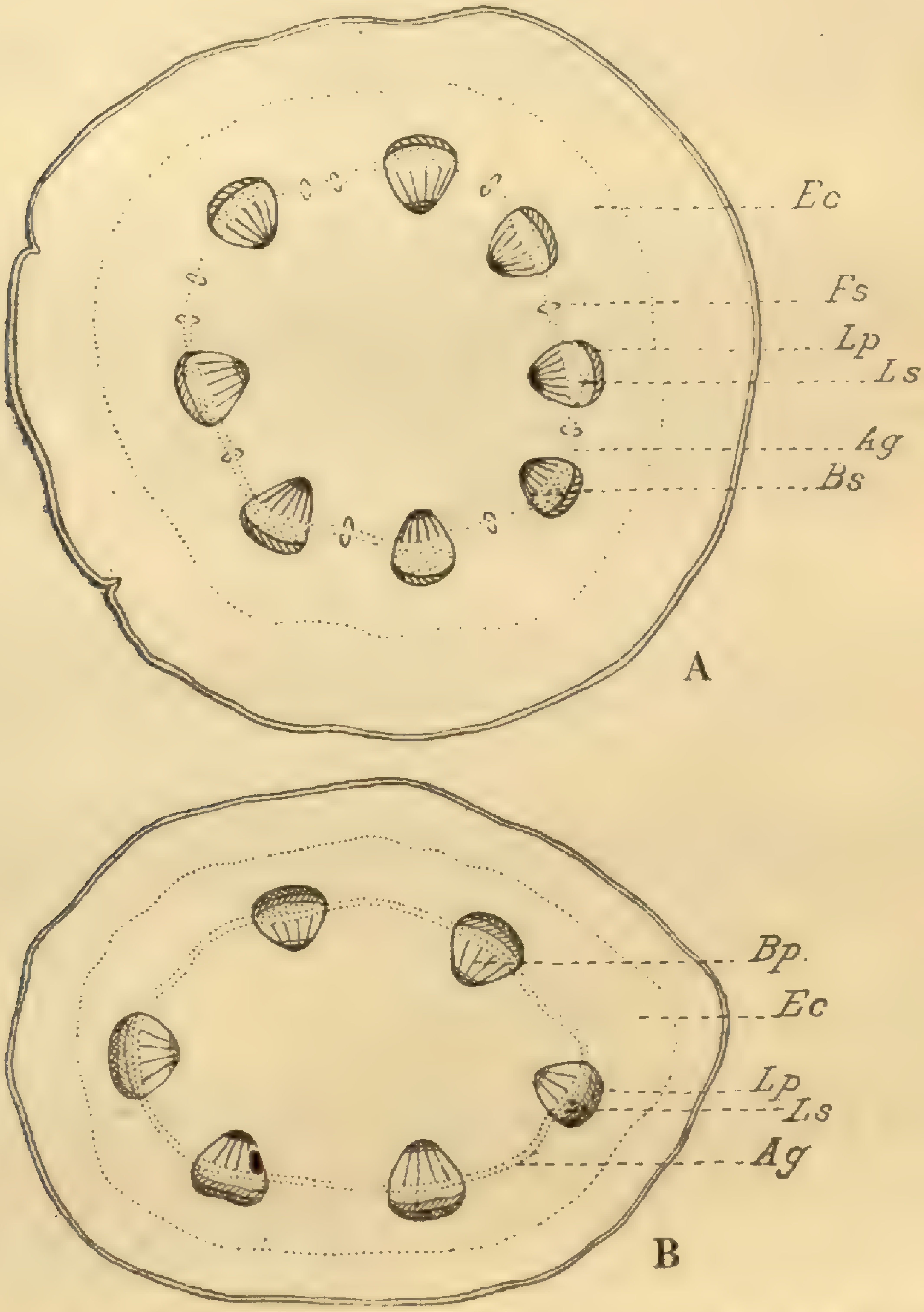


Fig. 19 et 20. — Coupes transversales schématiques de la tige du Ricin destinées à montrer chez le plant exalbuminé la réduction du nombre des faisceaux libéro-ligneux. A, Ricin témoin ; B, Ricin provenant du lot P^1. *Ec*, écorce ; *Fs*, petit faisceau libéro-ligneux secondaire ; *Lp*, liber primaire : *Ls*, liber secondaire ; *Ag*, assise génératrice ; *Bp*, bois primaire ; *Bs*, bois secondaire.

L'écorce ne possède que 14 ou 15 assises cellulaires. Dans le cylindre central, il n'existe que 4 à 6 faisceaux libéro-ligneux ayant chacun 3 ou 4 rangées de vaisseaux ligneux.

Les petits faisceaux libéro-ligneux secondaires y font défaut.

Mais dans les arcs de liber secondaire apparaissent, parfois, des fibres péricycliques qui n'existent pas chez le témoin (fig. 20 B et 22).

Structure du pétiole. — Nous arrivons aux mêmes conclusions que pour la tige. Nous observons, en effet, chez l'ex-albuminé, une réduction très nette dans le nombre et la dimension des cellules de ses divers tissus. Les faisceaux libéro-ligneux y sont aussi moins nombreux.

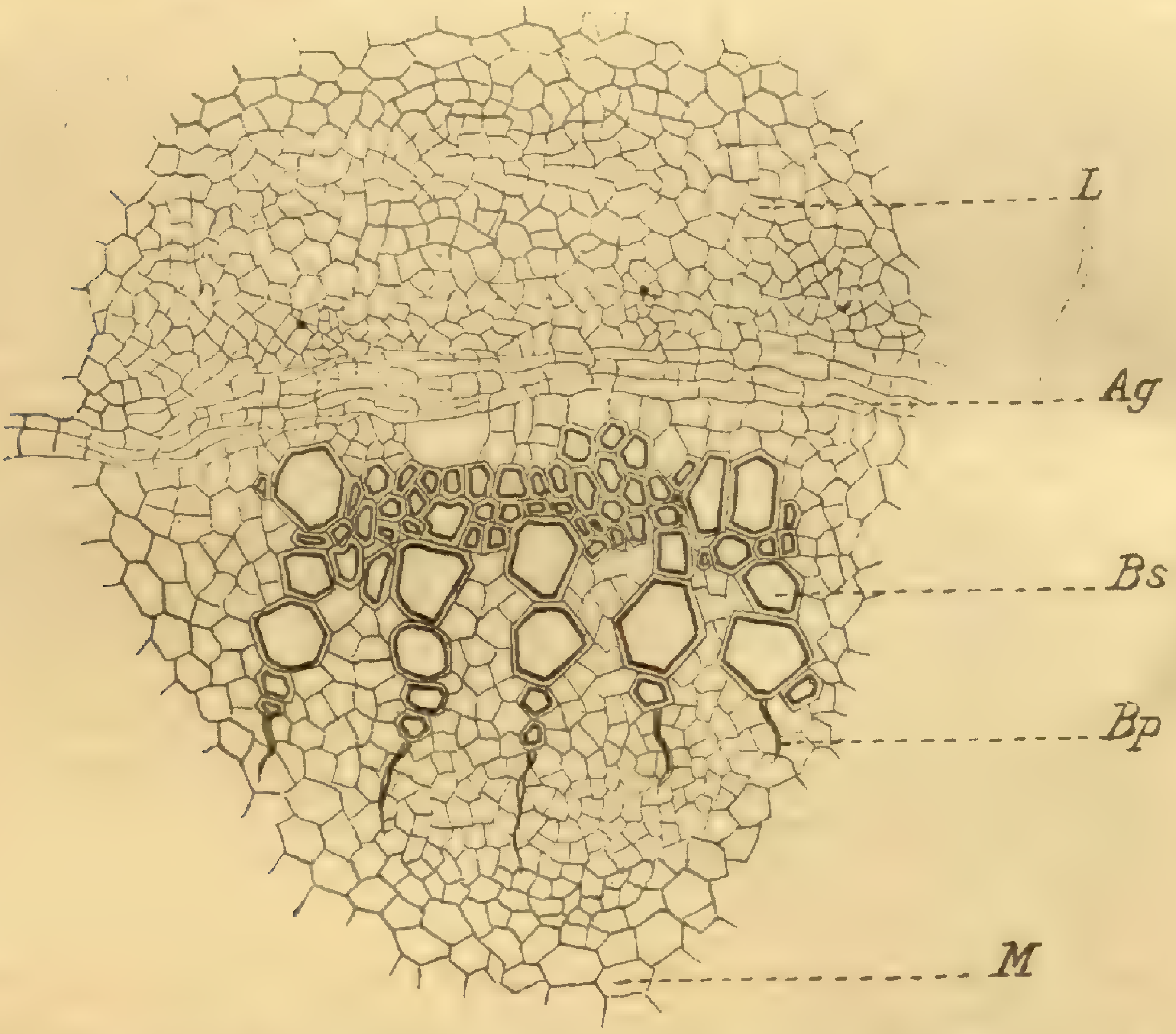


Fig. 21. — Structure du faisceau libéro-ligneux de la tige du Ricin témoin. *L*, liber ; *Ag*, assise génératrice ; *Bs*, bois secondaire ; *Bp*, bois primaire ; *M*, moelle (grossiss. = 215).

. . . .

En résumé, chez le *Ricinus communis*, le plant ex-albuminé par rapport au plan témoin se caractérise :

1° par la réduction dans le nombre et les dimensions de ses éléments cellulaires ;

2° par la diminution du nombre des faisceaux libéro-ligneux ;

3° par le fonctionnement très limité de l'assise génératrice libéro-ligneuse ;

4° par l'apparition dans le liber secondaire de fibres péricycliques.

. . . .

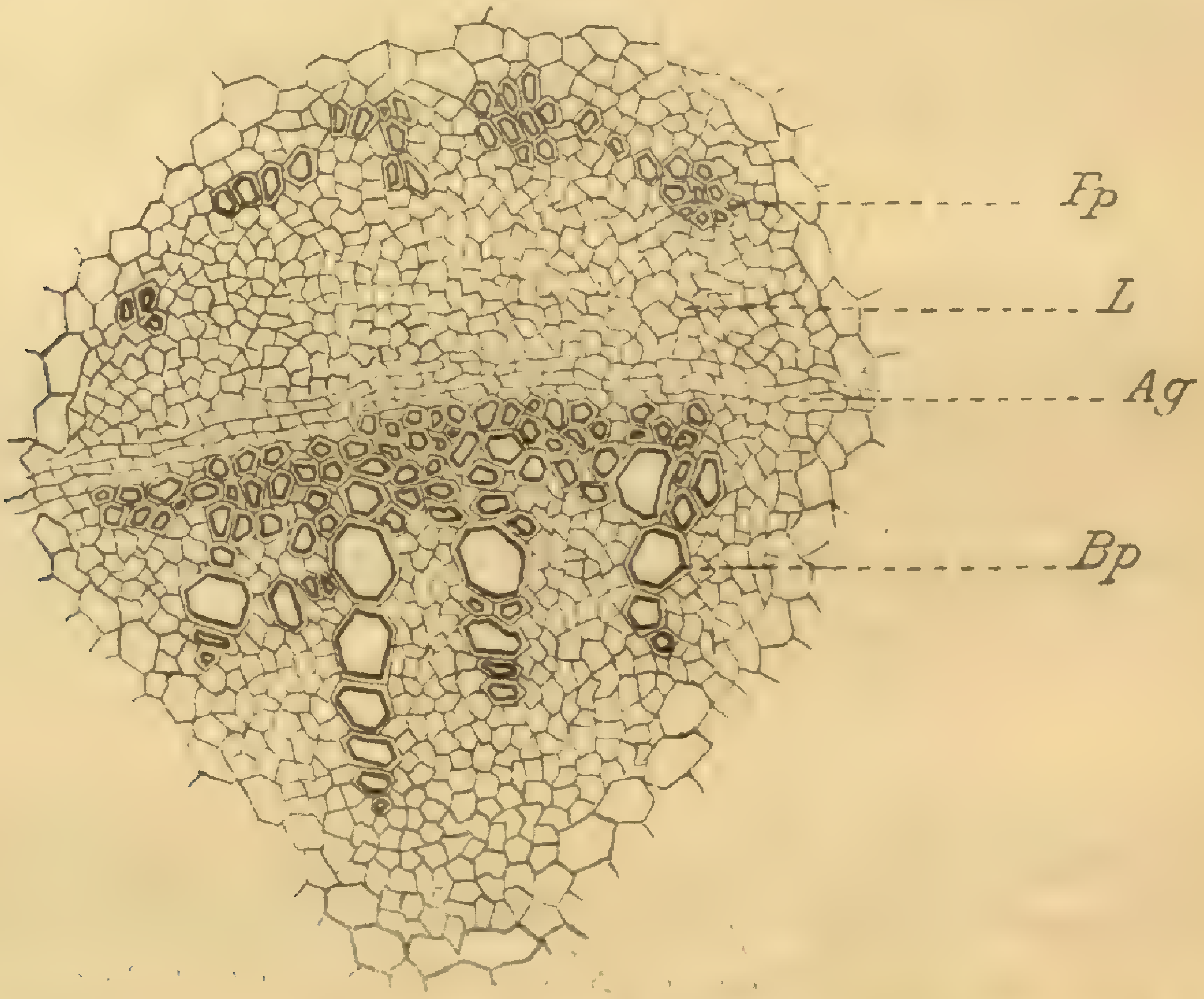


Fig. 22. — Structure du faisceau libéro-ligneux de la tige du Ricin provenant du lot P¹. On constate l'apparition de fibres péricycliques et la réduction du nombre et du calibre des vaisseaux du bois. *Fp*, fibre péricyclique ; *L*, liber ; *Ag*, assise génératrice ; *Bp*, bois primaire (grossiss. = 215).

Si nous prenons, maintenant, des plants adultes et si nous comparons, à la limite de leur végétation, le témoin à l'ex-albuminé, nous voyons que les différences que nous venons d'énoncer se sont très sensiblement atténuées. On note d'une façon constante chez l'ex-albuminé, que ses éléments constitutifs sont moins nombreux et de dimensions réduites, et ses formations secondaires peu abondantes. On constate, en outre, l'absence presque complète de cellules sécrétrices dans la feuille alors qu'elles sont en assez grand nombre chez le témoin. . . . .

RENONCULACÉES

Nigelle (*Nigella hispanica*).

Structure de la tige. — L'épiderme, chez le témoin, est formé de cellules rectangulaires revêtues d'une cuticule épaisse.

L'écorce comprend 5 ou 6 assises cellulaires dont les éléments sont plus ou moins arrondis.

Le cylindre central possède 16 grands faisceaux libéro-ligneux alternant avec 16 petits Les faisceaux ligneux sont larges et disposés en V ; ils entourent un liber étendu, lequel est surmonté d'une calotte importante de fibres sclérifiées.

Chez l'ex-albuminé l'épiderme est à cellules plus ou moins aplaties avec une couche cuticulaire peu épaisse.

L'écorce ne possède que 3 ou 4 assises cellulaires. Quant au cylindre central, il ne compte que 9 grands faisceaux libéro-ligneux. Le calibre des vaisseaux du bois est assez réduit. En outre, les fibres y sont moins importantes par leurs dimensions et leur nombre.

STRUCTURE DE LA RACINE. — La structure comparée de la racine du témoin à celle de l'ex-albuminé donne lieu aux mêmes constatations, le témoin ayant des vaisseaux de dimensions beaucoup plus grandes et une lignification plus accentuée de ses cellules.

STRUCTURE DE LA FEUILLE. — Le limbe, outre la réduction dans le nombre et la taille de ses éléments (à l'exception de l'épiderme identique de part et d'autre), ne présente, chez l'ex-albuminé, que 5 faisceaux libéro-ligneux au lieu de 7 chez le témoin.

PAPAVÉRACÉES

Pavot (*Papaver Rhœas*).

STRUCTURE DE LA RACINE. — La racine des *témoins* a une écorce à 9 ou 10 assises cellulaires dont les externes ont une paroi épaisse.

Dans le cylindre central existe un tissu libérien riche en vaisseaux et en parenchyme ; le bois secondaire y est aussi très abondant et disposé en un anneau continu. Les vaisseaux du bois primaire sont larges.

Chez l'*ex-albuminé,* l'écorce n'a que 5 ou 7 assises cellulaires dont les éléments sont plus ou moins aplatis. Le liber y est réduit et le bois secondaire a peu d'importance. Le calibre des vaisseaux du bois primaire est environ 2 fois plus petit que chez le témoin.

STRUCTURE DE LA TIGE. — Chez le témoin, l'épiderme est à cellules cubiques alors qu'il les a à parois arrondies chez l'ex-albuminé. Chez ce dernier, d'ailleurs, tous les éléments sont réduits en nombre et en dimensions.

L'endoderme et le péricycle sont peu marqués chez l'ex-albuminé et, par contre, très nets chez le témoin. Celui-ci a, en outre, 20 faisceaux libéro-ligneux alors que l'on n'en compte que 11 ou 12 chez l'ex-albuminé. Ce dernier possède des vaisseaux ligneux d'un calibre très réduit.

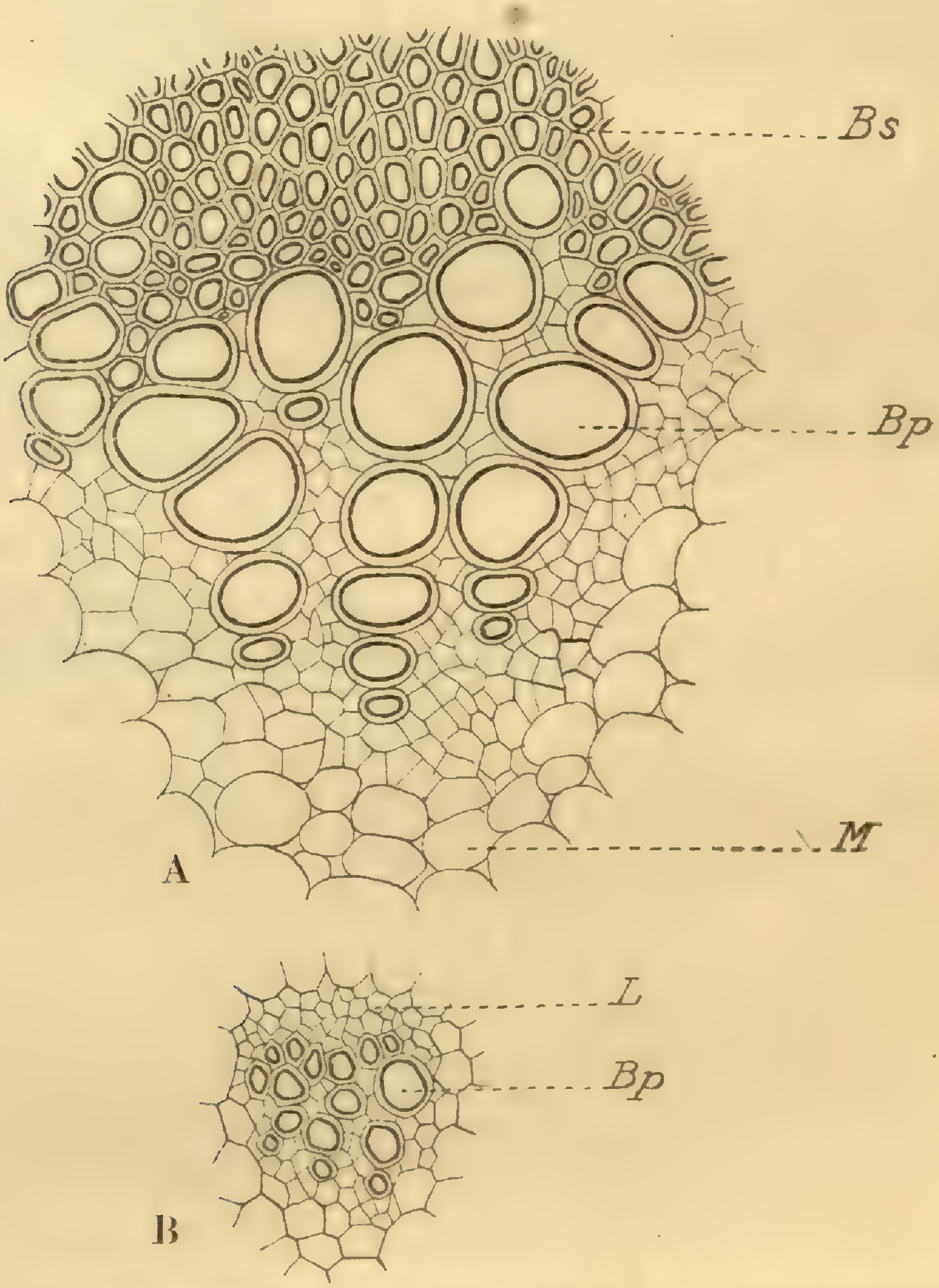


Fig. 23 et 24. — Structure du faisceau libéro-ligneux de la tige de *Papaver Rhœas* chez un témoin (A) et une plante provenant d'un embryon exalbuminé (B). On voit chez ce dernier que le calibre et le nombre des vaisseaux du bois sont réduits et que les formations secondaires ligneuses y font défaut. *L*, liber ; *Bs*, bois secondaire ; *Bp*, bois primaire ; *M*, moelle (gross. = 215).

En résumé, l'ex-albuminé se distingue anatomiquement du témoin par la réduction du calibre et du nombre de ses éléments constitutifs, et par le moindre développement de ses formations secondaires (fig. 23 et 24).

OMBELLIFÈRES

Torilis (*Torilis Anthriscus*).

Nous étudierons encore ici des plantes adultes.

Structure de la racine. — Comparée à celle du témoin, la racine de l'ex-albuminé offre les différences suivantes : l'écorce présente une réduction dans le nombre des cellules corticales qui sont plus aplaties ; on n'y compte, en outre, que 7 ou 8 canaux sécréteurs au lieu de 10 ou 12 chez le témoin.

Dans le cylindre central, les formations secondaires sont réduites et les vaisseaux ligneux y sont en moins grand nombre.

Tige. — Chez l'ex-albuminé, nous notons la réduction du sclérenchyme cortical.

Le cylindre central n'a plus que 9 ou 10 faisceaux libéro-ligneux au lieu de 19 ou 20 chez le témoin. Chaque faisceau possède 10 ou 12 vaisseaux ligneux chez le témoin et 7 ou 8 chez l'ex-albuminé.

Pétiole. — Nous trouvons chez l'ex-albuminé : une diminution accusée dans le nombre de ses éléments constitutifs et dans celui des faisceaux libéro-ligneux ; une réduction notable dans le développement du sclérenchyme cortical.

SOLANÉES

Morelle (*Solanum nigrum*).

On part encore ici de types adultes.

Structure de la tige. — Chez le témoin, l'épiderme est à cellules aplaties avec de nombreux poils quelquefois pluricellulaires. L'écorce comprend 8 ou 10 assises cellulaires dont les externes sont différenciées en collenchyme.

L'endoderme est net ; le péricycle, très développé, est riche en fibres sclérifiées. Les formations secondaires sont abondantes dans le cylindre central.

Chez l'*ex-albuminé* l'épiderme est formé de cellules à membranes minces avec des poils unicellulaires moins nombreux. L'écorce ne comprend que 4 ou 6 assises cellulaires, les externes n'étant transformées qu'en partie en collenchyme. L'endoderme et le péricycle sont peu différenciés. Dans le cylindre central, les formations secondaires sont assez nettes, mais peu abondantes.

GRAMINÉES

Maïs (*Zea Mays*)

Nous trouvons ici des différences anatomiques plus atténuées.

Par rapport au témoin, la *tige* des ex-albuminés présente une diminution dans le nombre et la dimension de ses éléments constitutifs, une sclérification moins importante et une réduction dans le nombre des faisceaux libéro-ligneux.

En *résumé*, en les comparant aux témoins, les plantes provenant d'embryons ex-albuminés présentent les modifications histologiques suivantes :

1° dans *la tige* : les éléments cellulaires ont une diminution importante dans leur nombre et leurs dimensions. L'écorce a une réduction marquée de ses assises cellulaires. Le cylindre central a ses divers tissus moins différenciés ; ses faisceaux libéro-ligneux y sont réduits en nombre et, dans chacun d'eux, les vaisseaux ligneux y sont moins nombreux et d'un calibre plus faible.

Les autres formations secondaires ont, en outre, un développement moins accusé. On trouve quelquefois, cependant, des fibres péricycliques dans le liber secondaire alors que le témoin n'en possède pas *(Ricinus communis)*.

La moelle est relativement plus large.

2° dans la *racine* et le *pétiole* les mêmes différences se retrouvent.

3° dans la *feuille* l'épiderme est à peu près semblable à celui du témoin. Par contre, les autres éléments cellulaires offrent une réduction notable dans leur nombre et leurs dimensions.

. . . .

Ces différences anatomiques paraissent, en outre, être fonction du développement de la plante.

Elles sont très accentuées chez les ex-albuminés qui ont un nanisme accusé et persistant (*Papaver Rhæas*, *Nigella hispanica*, *Solanum nigrum*, *Torilis Anthriscus*, etc.) ; elles sont, au contraire, atténuées chez ceux dont la taille arrive à se rapprocher assez sensiblement de celle du témoin (*Zea Mays*, *Mirabilis Jalapa*) (1).

(1) Ce travail est un résumé des principaux résultats de recherches dont l'ensemble a été présenté devant la Faculté des Sciences de Paris pour l'obtention du grade de Docteur ès-Sciences naturelles : A. Urbain, Influence des matières de réserve de la graine sur le développement des plantes Phanérogames. Thèse. Orlhac, Editeur, 4, rue Dante, Paris.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Nous apprenons la mort de P. Andrea SACCARDO, le célèbre Mycologue, Professeur de Botanique à l'Université de Padoue.

* * *

Le Professeur Gino POLLACCI est nommé Directeur de l'Institut Botanique et du Laboratoire de Cryptogamie de l'Université de Pavie, en remplacement du Professeur Giovanni BRIOSI, décédé en juillet 1919.

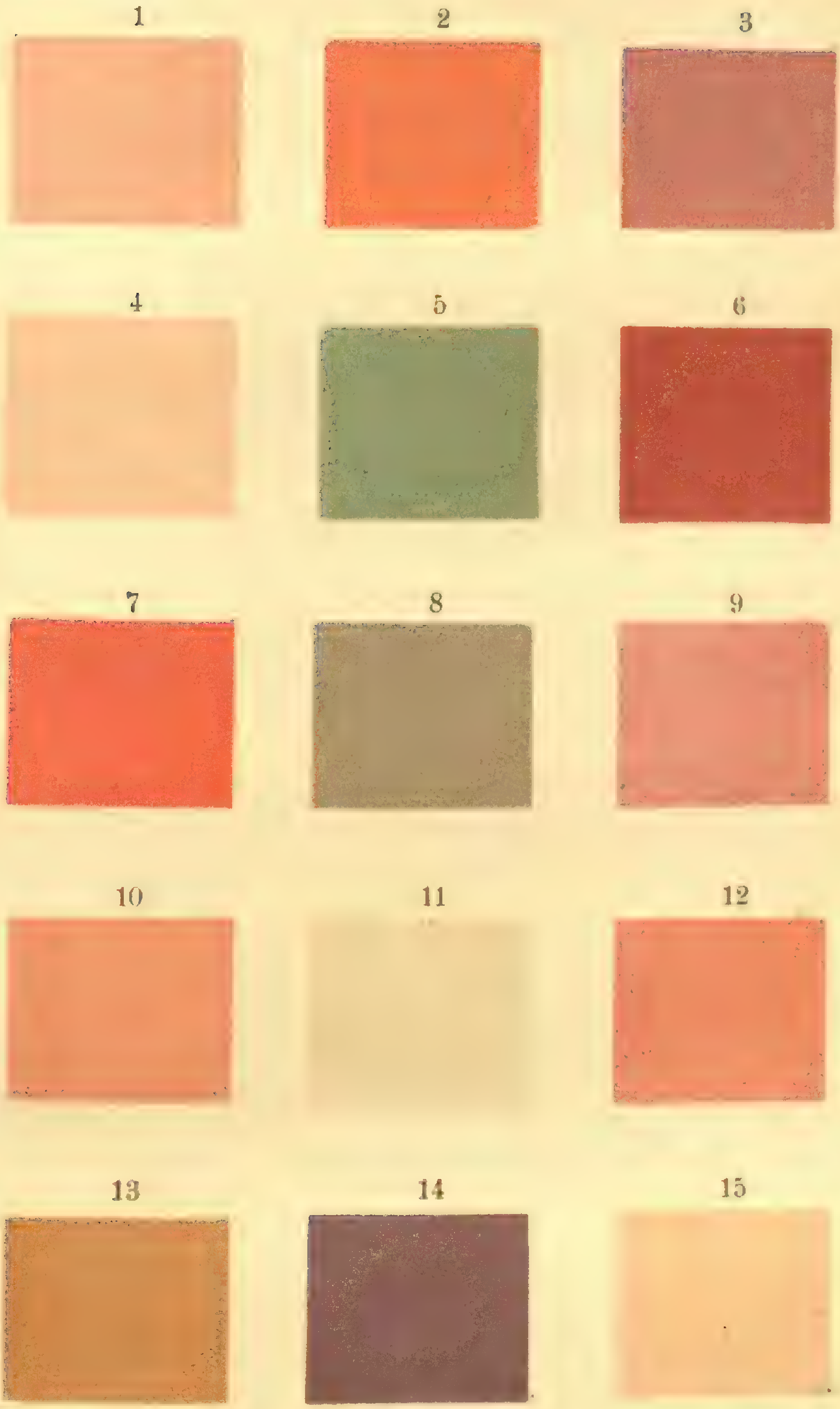
* * *

M. Léon LINDET, Professeur à l'Institut national agronomique, connu par ses nombreux travaux de Chimie végétale et de Chimie agricole, vient d'être élu Membre de l'Académie des Sciences de Paris.

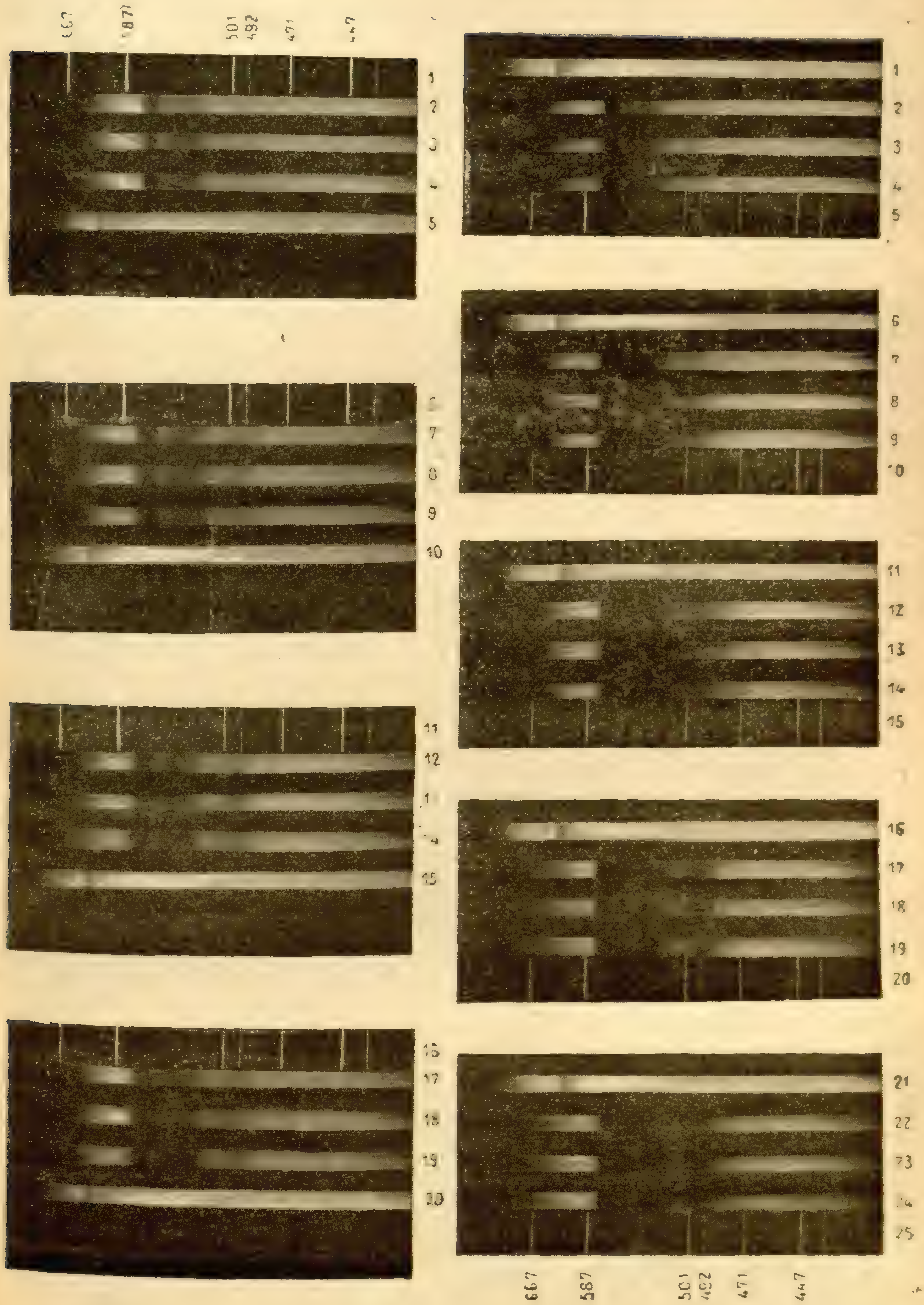
* * *

M. Raoul COMBES est nommé Professeur de Botanique à l'Ecole nationale d'Horticulture en remplacement de M. Julien COSTANTIN nommé Professeur honoraire.

Nemours.— Imp. Henri BOULOY. *Le Gérant :* Henri BOULOY


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

Teintes d'extraits aqueux de Nostoc commune



Brun et Cie, sc.

Spectres d'absorption de la phycoérythrine de Nostoc commune

ÉTAT ACTUEL DES RECHERCHES SUR LES PHÉNOMÈNES DE LA SEXUALITÉ DES MUCORINÉES

par M. Boleslaw NAMYSLOWSKI

Comme on le sait, les Mucorinées se reproduisent de deux manières : asexuelle et sexuelle ; la première repose sur la production de nombreuses spores dans des sporanges, la seconde est la copulation de deux filaments du mycélium, qui donne naissance à une zygospore.

La reproduction sexuelle des Mucorinées a été depuis longtemps étudiée, bien souvent, parallèlement à la reproduction asexuelle ; il s'agissait de constater la cause pour laquelle la reproduction asexuelle est la forme de reproduction universelle et quotidienne, tandis que la reproduction sexuelle paraît très rarement.

Les savants cherchaient d'abord l'explication de cette énigme dans les conditions extérieures, jugeant que celles-ci décident du mode de la reproduction des Mucorinées. A. de Bary (**1**) supposait que la diminution de l'oxygène dans les cultures, en ralentissant l'oxydation du champignon provoque le développement de zygospores. P. v. Tieghem (**33, 34**) soutenait que la formation des zygospores a lieu dans le cas de diminution de la quantité d'un des trois composants nécessaires du milieu nutritif, c'est-à-dire : 1°) l'air, 2°) l'eau, 3°) l'ensemble des substances solubles constituant particulièrement le milieu.

Les recherches faites sur le *Sporodinia grandis*, dans lesquelles la réduction de l'oxygène provoquait la formation des zygospores.

l'amenèrent à considérer la quantité relative d'oxygène comme agent principal causant la reproduction sexuelle.

Brefeld [**9**] envisageait différemment la question de la reproduction sexuelle des Mucorinées ; il prétendait que nous ne connaissons point les conditions de la reproduction sexuelle et asexuelle, que ni l'âge de la culture, ni l'époque de l'année, ni la quantité ni la qualité des aliments ne peuvent être des facteurs décisifs.

Etudiant la même espèce que v. Tieghem, Klebs [**17, 18**] arriva à d'autres résultats. Selon lui, il faut chercher l'impulsion à la production des sporanges ou des zygospores dans le degré de saturation de l'air par la vapeur d'eau. L'atmosphère saturée par l'humidité favorise la formation des zygospores en rendant la transpiration impossible ; au contraire, l'air sec favorise la production des sporanges. En réglant la saturation de l'air, et en employant un milieu convenable de culture, nous pouvons obtenir à volonté des sporanges ou des zygospores. Quant à l'influence du milieu nutritif lui-même, les sporanges se développent sur chaque milieu fluide ou solide, quelle qu'en soit la composition chimique, pourvu que celui-ci rende possible le développement ; les zygospores, au contraire, se forment sur des milieux de culture contenant des hydrates de carbone et des alcools polyvalents.

Klebs n'obtenait jamais de zygospores sur des milieux contenant des combinaisons organiques azotées. Il considère le degré de concentration comme la condition essentielle de la formation des zygospores. Lorsque la concentration est faible, les sporanges seuls se développent ; au contraire, une concentration élevée favorise la formation des zygospores (naturellement jusqu'à de certaines limites).

Falck, [**12**] qui étudiait de même le *Sporodinia grandis*, attribue à d'autres facteurs l'influence décisive sur le mode de reproduction. Selon lui, celui-ci dépend de la pression osmotique augmentée dans le protoplasme du mycélium à la suite d'un excès de nourriture, mais ne dépend pas de la transpiration. Ce n'est ni la qualité ni la quantité des composants particuliers du milieu, ni leur rapport réciproque qui décide du mode de reproduction, c'est le degré de concentration du milieu de culture.

L'état des recherches sur la sexualité des Mucorinées était, jusqu'à 1904, très vague. On savait qu'il y a des espèces où les zygospores n'apparaissent qu'exceptionnellement (p. ex. *Phycomyces* *nitens, Rhizopus nigricans)* et qu'il y en a d'autres où on les rencontre communément (p. ex. le *Sporodinia grandis).* Pourquoi les unes formaient-elles fréquemment des zygospores, d'autres seulement exceptionnellement, et d'autres enfin qui ne les produisaient point du tout, c'était une énigme.

Klebs a démontré que les conditions extérieures des cultures artificielles décident, chez le *Sporodinia grandis*, du mode de reproduction. Il a constaté que dans cette espèce on peut obtenir à volonté des zygospores ou des sporanges, selon la concentration des hydrates de carbone du milieu de culture et de la qualité de ce dernier. Toutefois, la connaissance exacte des conditions de développement du *Sporodinia grandis* n'expliquait en aucune façon la manière de réagir des autres Mucorinées. Malgré les efforts pour contraindre d'autres espèces à former des zygospores on ne réussissait pas, et si on en connaissait, ce n'était que grâce à un heureux hasard.

La nouvelle direction dans les études sur les Mucorinées fut imprimée par les brillantes découvertes de A. F. Blakeslee [**2**].

Recherches de A. F. Blakeslee. — La théorie de l'homo et de l'hétérothallisme des Mucorinées a été un grand pas fait en avant, elle dirigea les recherches dans la voie convenable. Blakeslee transfère le problème de la reproduction sexuelle des conditions extérieures à l'organisation interne des Mucorinées. Dans ses études, Blakeslee remarqua que certaines espèces, comme p. ex. le *Sporodinia grandis* et le *Spinellus fusiger,* donnent des zygospores même après l'ensemencement d'une seule spore, et que d'autres cultivées de la même manière ne les produisent point. Elles ne forment des zygospores qu'en cas d'ensemencement d'un grand nombre de spores, provenant des cultures qui produisent des zygospores. Ce fait lui donna l'idée que dans le premier cas nous avons affaire à des espèces monoïques, dans le second à des espèces dioïques, et il concentra toute son attention à résoudre ce problème. S'il existe des espèces dioïques, on pourra séparer les deux sexes, et dans ce but, Blakeslee tranchait en deux les zygospores qui se formaient, et ensemençait séparément sur le milieu nutritif chaque moitié accompagnée du fragment de mycélium restant.

Après de nombreux efforts, souvent infructueux, le développement des parties isolées avait lieu dans plusieurs cas, et comme chacune des parties provenait d'un des filaments copulateurs, elle ne représentait, en cas de diœcie, qu'un seul sexe. Sur les cultures où se développaient séparément les deux sexes isolés, se formaient seulement des sporanges ; mais lorsque Blakeslee ensemençait les spores de deux cultures dans une boîte de Petri, à une certaine distance les unes des autres, une ligne noire (fig. 1) de zygospores se formait aux points du contact des deux mycéliums. La diœcie des Mucorinées a été constatée de façon péremptoire, mais la différence morphologique des deux sexes échappant à nos moyens d'observations, Blakeslee les indique par les signes (+) et (—).

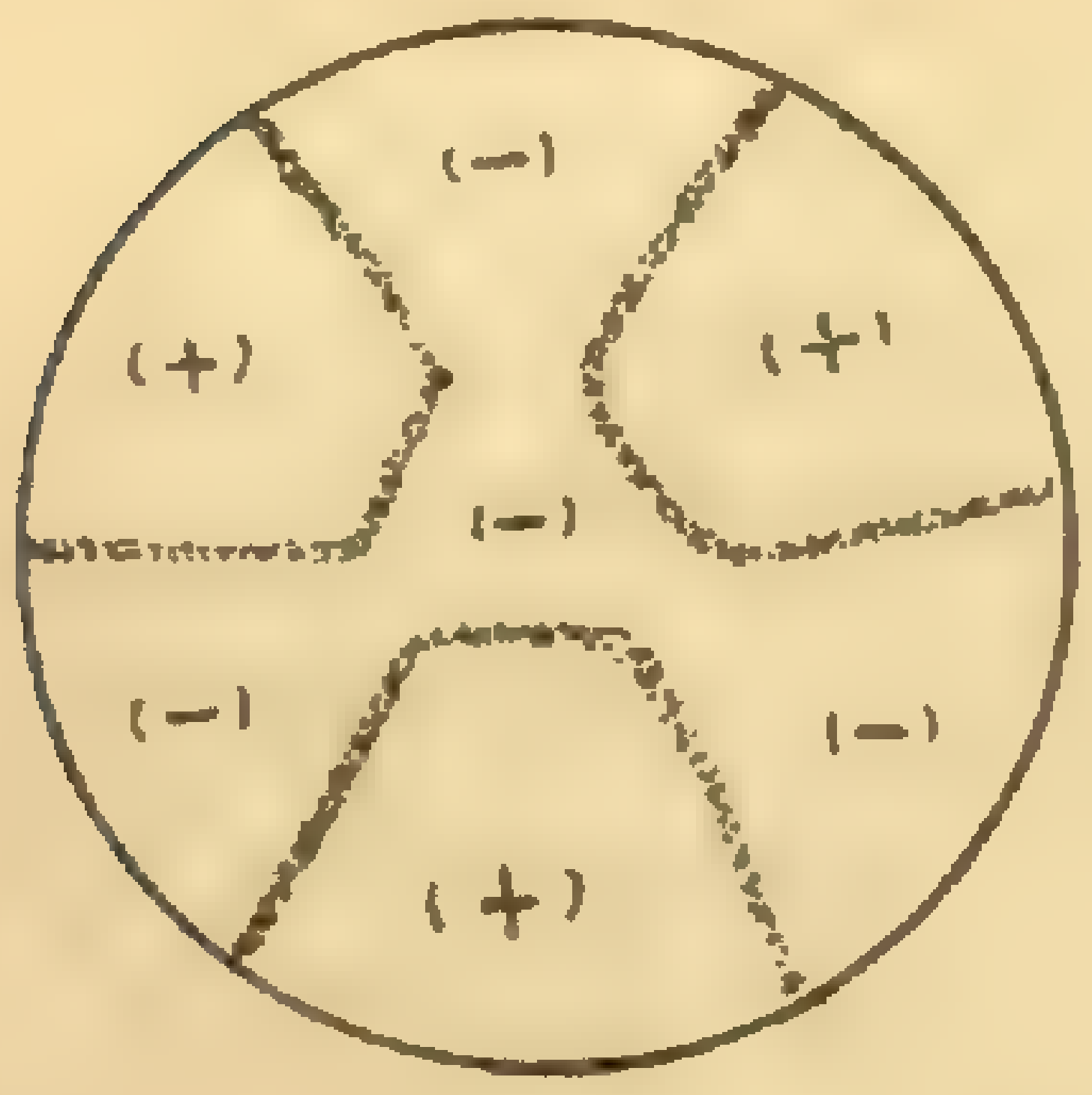


Fig. 1. — *Mucor Mucedo.* lignes des zygospores à la limite de deux sexes. D'après Blakeslee.

Les expériences ont démontré pourquoi les zygospores ne se forment que si rarement dans des cultures de laboratoires. La culture provenant d'une seule spore, les zygospores ne s'y forment point, la présence d'un seul sexe étant insuffisante.

Blakeslee a divisé les Mucorinées en deux groupes : le premier comprend les espèces monoïques « homothalliques », le second, les espèces dioïques « hétérothalliques ». Cette division est basée sur une quantité d'expériences faites sur de nombreuses espèces.

Blakeslee signale comme homothalliques les espèces suivantes : *Sporodinia grandis*, *Spinellus fusiger*, *Zygorhynchus Mœllerii*, *Z. heterogamus*, *Dicranophora* sp., qui donnent des zygospores même après l'ensemencement d'une seule spore. La copulation des filaments se produit donc dans les limites d'un seul individu hermaphrodite

Les secondes, dioïques, ne donnent des zygospores que lorsque s'accouplent deux individus, l'un (+), l'autre (—), appartenant à deux sexes. Naturellement dans ce groupe ne peuvent se former des zygospores sur le mycélium provenant d'une spore, ayant le signe (+) ou (—), (et non ±), le mycélium étant en ce cas monoïque.

L'association de deux sortes de mycéliums est nécessaire pour fournir des zygospores Comme espèces dioïques hétérothalliques, Blakeslee reconnait les : *Mucor Mucedo*, *Rhizopus nigricans*, *Phycomyces nitens*, *Absidia cærulea*, *A. repens*, *Circinella umbellata*, *Helicostylum*, *Cuninghamella echinulata*, *Syncephalastrum*. — et quelques autres espèces du genre *Mucor* (qui n'ont pas encore été décrites et dont l'importance pour la systématique est celle de nomina nuda).

Blakeslee a obtenu aussi dans plusieurs cas, outre le mycélium (+) et (—), des individus « neutres », ne s'accouplant ni avec la culture (+), ni avec celle (—), et qui selon Blakeslee ont probablement perdu la propriété de la reproduction sexuelle. Il affirme aussi avoir vu le début de l'hybridation entre différentes espèces de Mucorinées qu'il cultivait ensemble, et dont les filaments copulateurs, à la limite du contact des mycéliums de deux catégories, formaient de nombreuses vessies copulatrices, mais non des zygospores (*Phycomyces nitens* × *Mucor Mucedo*, *Rhizopus nigricans* × *Absidia cærulea*).

Les résultats des expériences de Blakeslee ont non seulement une grande importance théorique scientifique, mais aussi au point de vue de la systématique. Ils approfondirent les connaissances sur la nature des Mucorinées d'une part, et de l'autre, ils formèrent un critérium pour distinguer les espèces semblables et pour unir deux sexes morphologiquement différents de la même espèce.

Recherches ultérieures sur l'hétérothallisme des Mucorinées. Hémihomothallisme et hémihétérothallisme. — Après les études classiques de Blakeslee, il a été publié une série d'ouvrages complétant et approfondissant l'état des connaissances sur la nature des Mucorinées, qui ont amené à une élucidation d'idées considérable. On ne distinguait les espèces avant Blakeslee, que d'après les caractères morphologiques. Depuis la découverte de l'homo et de l'hétérothallisme, on a fait un grand pas en avant ; on a pu découvrir dans les espèces morphologiques, d'après le procès de la copulation, l'existence des sexes (+) et (—) et, en plus, des individus neutres. Les recherches des dernières années mirent au jour dans des espèces déjà connues, ou récemment décrites, des faits extraordinairement intéressants au point de vue de la sexualité, en y découvrant une diversité considérable.

Dans plusieurs cas on constata chez des espèces reconnues comme hétérothalliques la possibilité de produire des zygospores homothalliquement. La constatation de ce fait est très importante. elle ne permet plus de généraliser la théorie hétérothallique.

Blakeslee [**3**] a constaté chez l'espèce hétérothallique *Phycomyces nitens* une formation homothallique (fig. 2) des zygospores par la bifurcation du filament. Hamaker [**15**] et moi [**24**] constations simultanément chez le *Rhizopus nigricans*, espèce dioïque selon Blakeslee, la formation des zygospores dans des cultures provenant même d'une seule spore, donc homothalliquement. Blakeslee [**4, 5**] expliquait nos résultats par deux hypothèses : (**1**) dans nos cultures se trouvaient des spores de deux sexes, ou (**2**) les cultures provenaient des spores homothalliques. L'existence de l'homothallisme chez le *Rhizopus nigricans* fut confirmée d'une façon péremptoire par les observations de M. Cormick [**11**], qui a remarqué dans cette espèce la formation de la zygospore dans l'étendue d'un même filament (fig. 3). Ceci n'exclut point l'hétérothallisme du *Rhizopus nigricans*, qui a été observé par Blakeslee, quoique Hamaker et moi, nous ne l'avons point vu dans le cours de nos expériences.

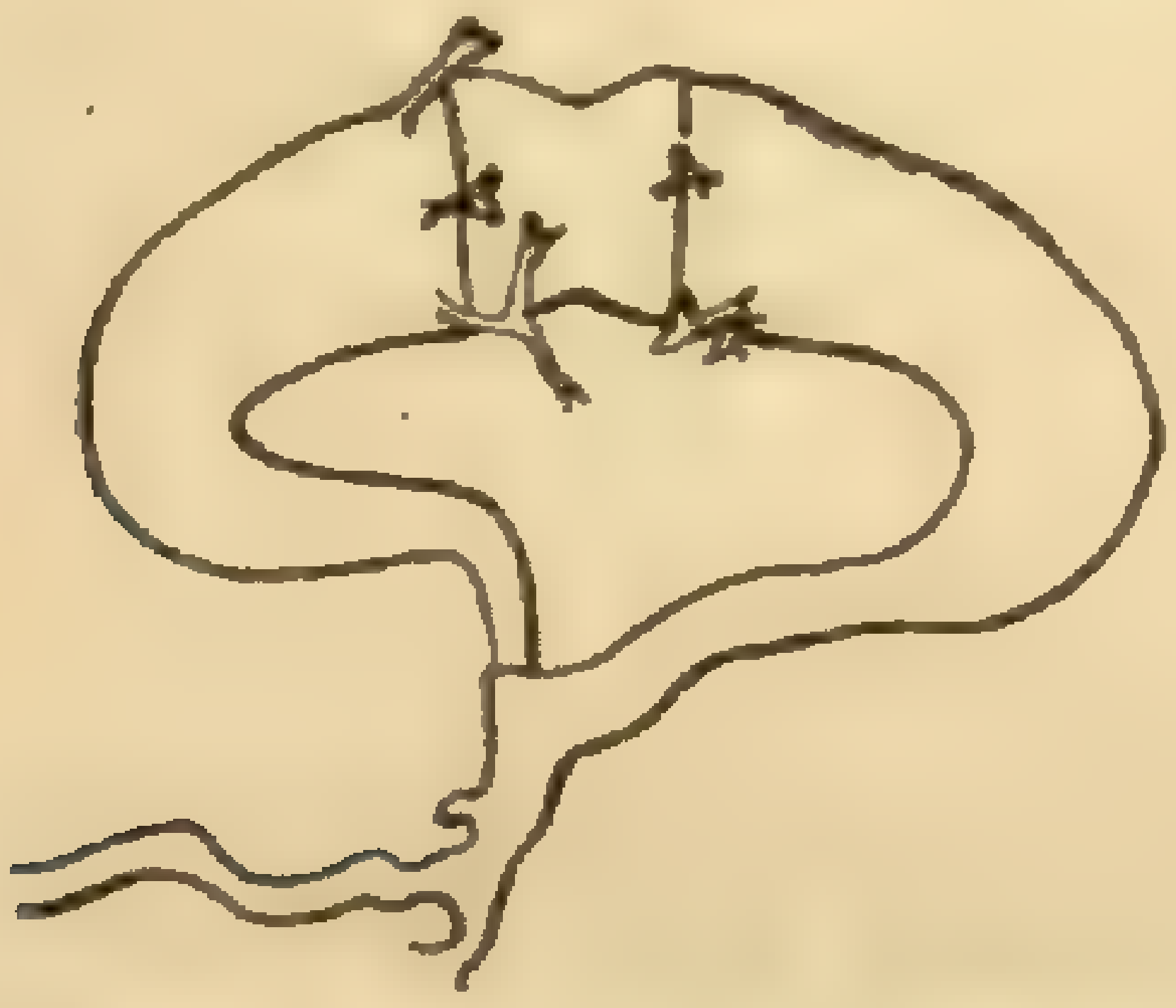


Fig. 2. — *Phycomyces nitens*. Formation homothallique d'une zygospore, d'après Blakeslee.

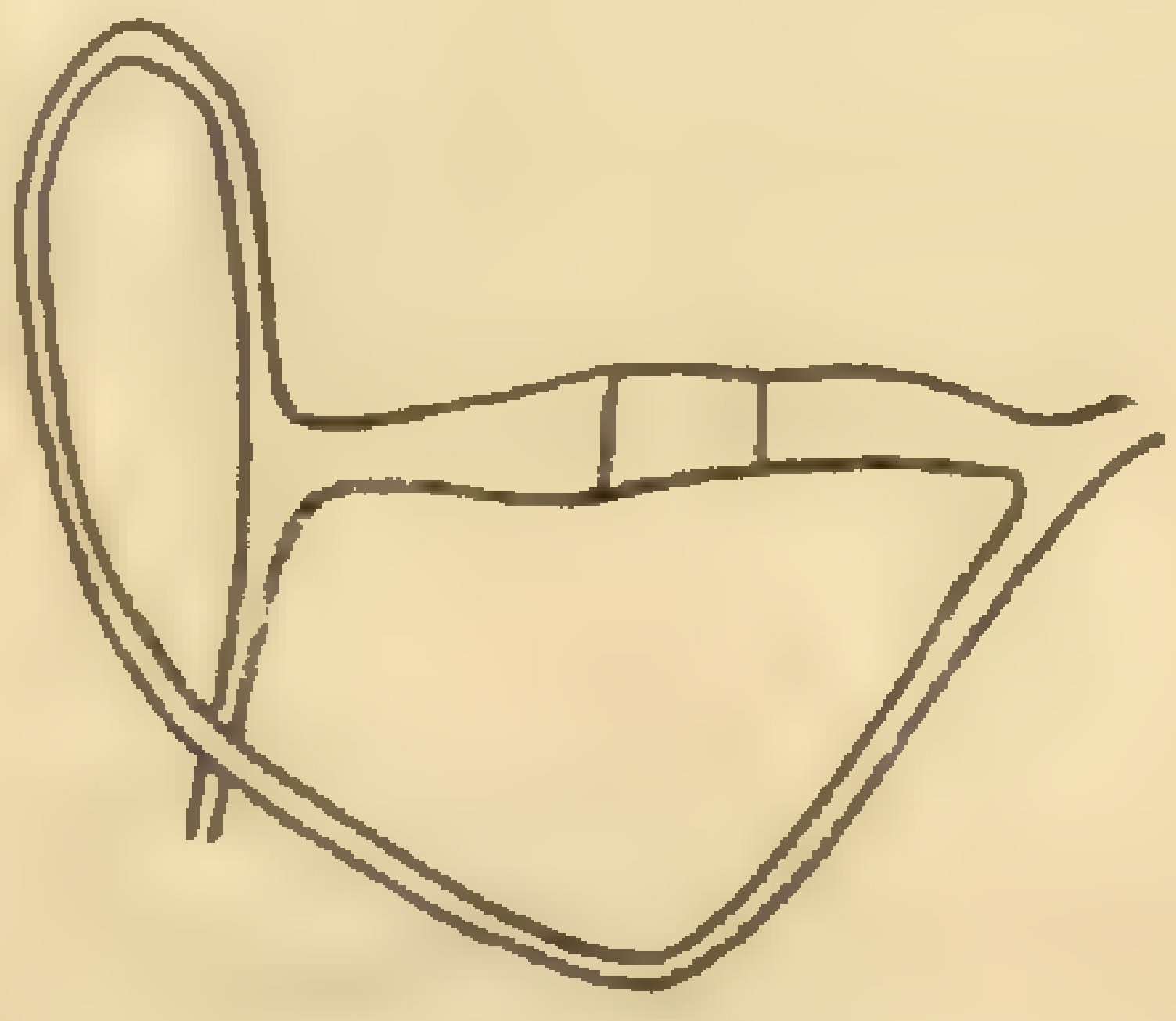


Fig. 3. — *Rhizopus nigricans*. Formation homothallique d'une zygospore, d'après Cormick.

Kominami [**19**] a découvert l'hétérothallisme du *Mucor racemosus* (fig. 4). Hagem [**13, 14**] a décrit une série d'espèces hétérothalliques, à savoir les : *Mucor hiemalis*, *M. silvaticus*, *Absidia glauca*, *A. Orchidis*, *A. cylindrospora*. Les expériences de Hagem, Lendner [**20**] et les miennes, ont démontré que les espèces dioïques ne le sont point exclusivement et que la formation des zygospores y est possible aussi par une autre voie. Lendner [**20**] a observé chez l'espèce dioïque *Absidia Orchidis* la copulation de deux fulcres (fig. 5) issus du même suspenseur, qui appartenaient alors à un seul sexe, ce qui est contraire à l'opinion que l'*Absidia Orchidis* ne soit exclusivement qu'une espèce dioïque.

J'ai [**26**] décrit des phénomènes de sexualité, tout particuliers, chez l'*Absidia glauca* (dénommée *A. glauca* v. *paradoxa*), et Hagem [**14**], en a signalé chez l'*Absidia cylindrospora*.

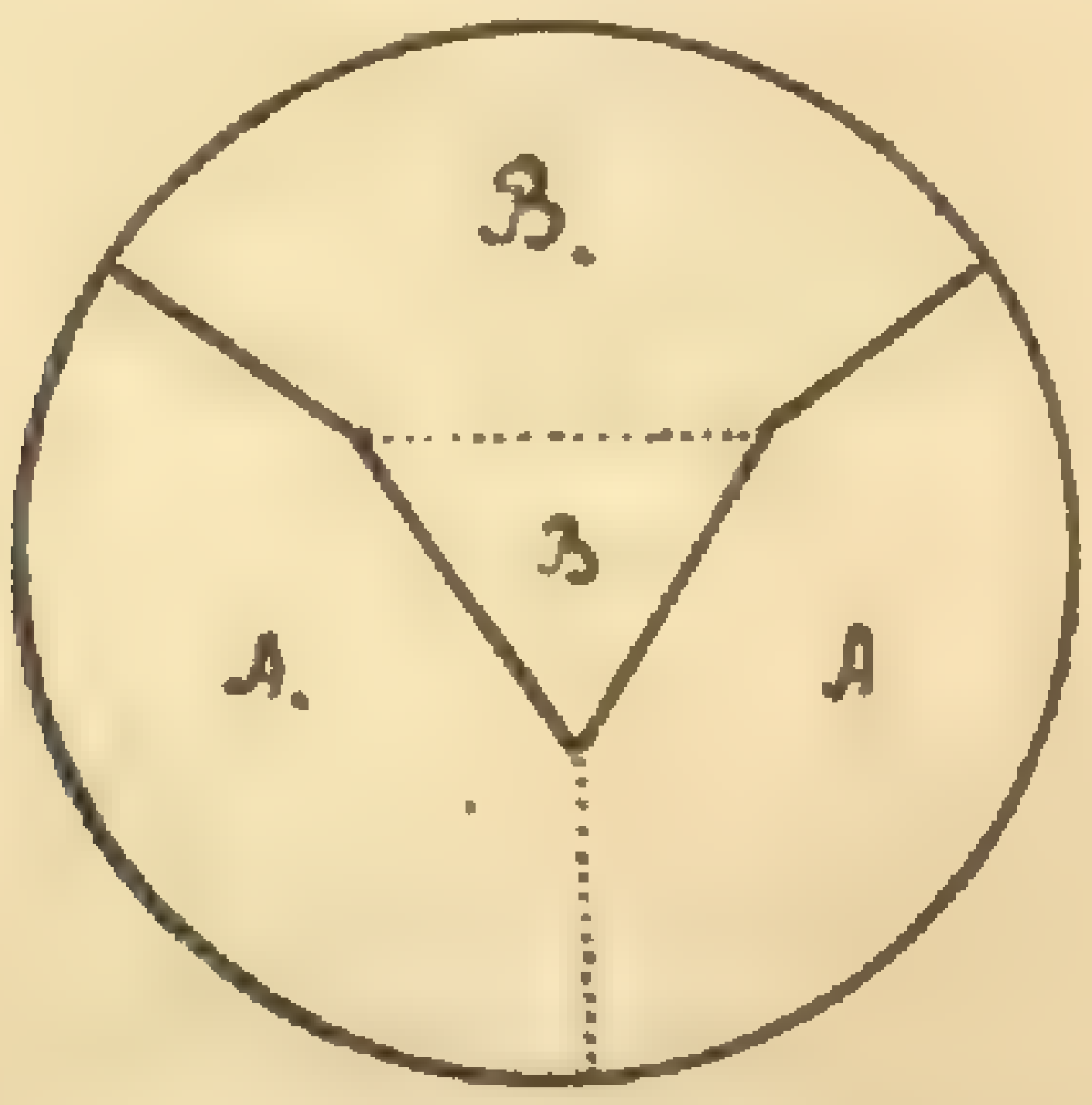


Fig. 4. — *Mucor racemosus*. Schéma de copulation de deux sexes, d'après Kominami.

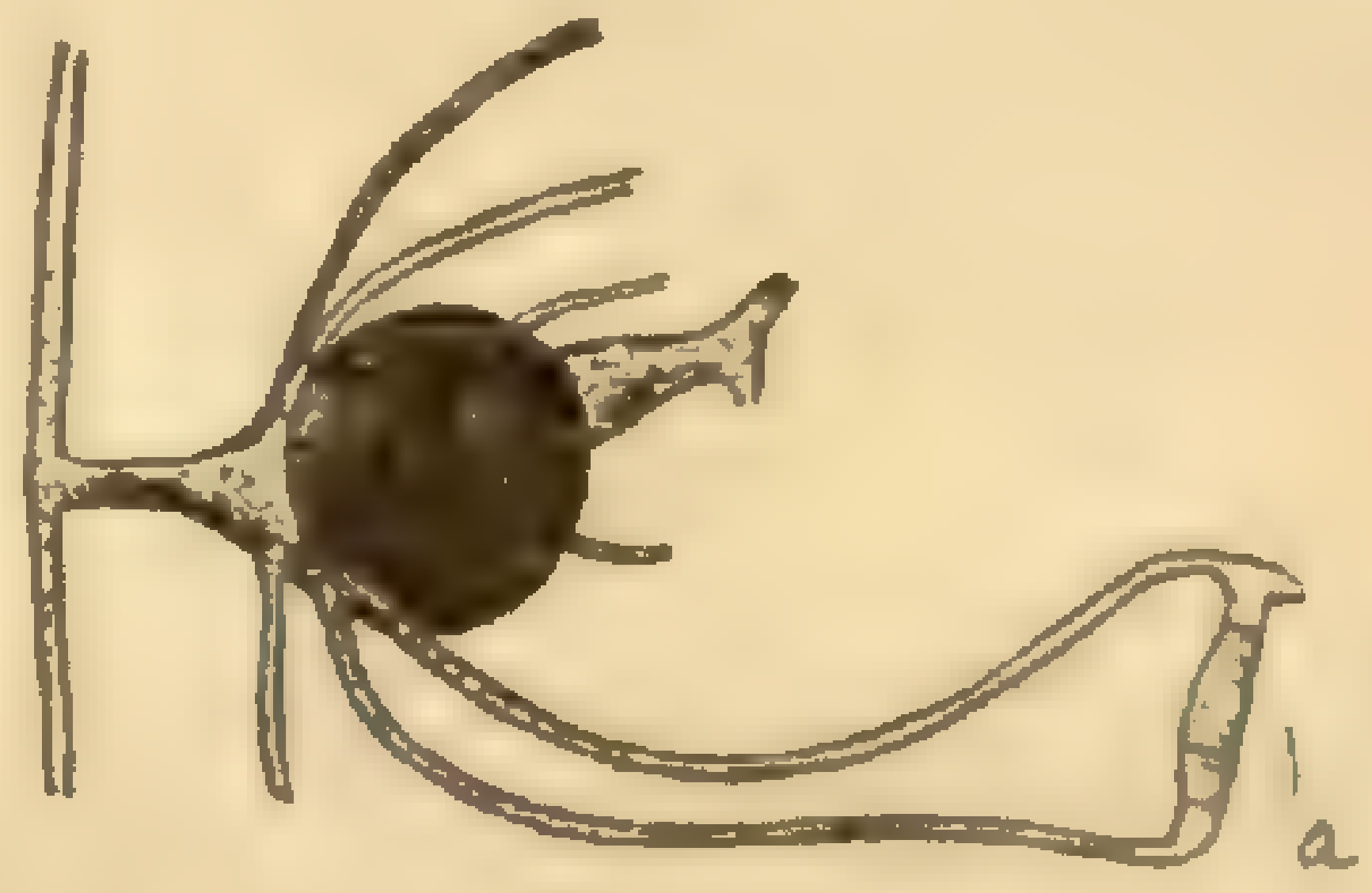


Fig. 5. — *Absidia Orchidis*. Copulation homothallique de deux fulcres issus d'un même suspenseur. D'après Lendner.

L'*Absidia glauca* est une espèce éminemment dioïque (1), apparaissant sous la forme + ou sous la forme —, qui cultivées séparément, ne forment que des sporanges. J'ai isolé du sol la race de l'*Absidia glauca* v. *paradoxa*, distincte des sexes (+) et (—) (nommons-les *a* et *b*) décrits par Hagem. La différence ne reposait point sur des caractères morphologiques, les cultures originales de Hagem étant morphologiquement identiques aux miennes, mais sur un mode différent de reproduction sexuelle. La race de l'*Absidia glauca* isolée par moi, [**26**] cultivée à partir d'une seule spore sur les meilleurs milieux de culture, ne forme jamais de zygospores. Les appareils copulateurs ne se développent normalement que jusqu'à un certain point, notamment jusqu'à ce que les gamètes se séparent.

Là se termine le développement des organes sexuels ; il n'y a qu'un grand nombre d'essais infructueux (fig. 6) de copulation, (ce qui dépend de la qualité du milieu nutritif), mais la zygospore ne se forme jamais. Malgré les différences physiologiques très accentuées, j'ai reconnu

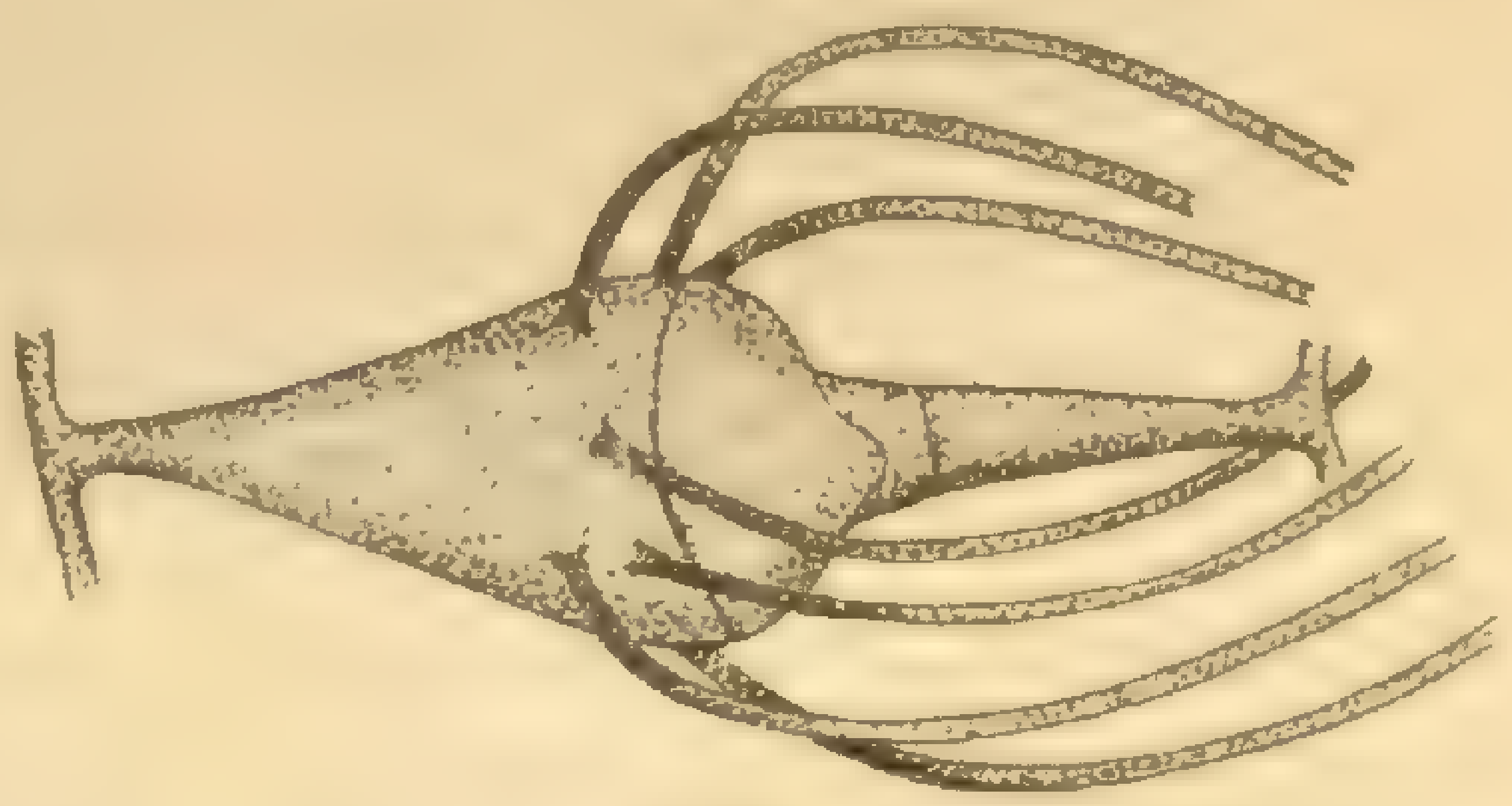


Fig. 6. — *Absidia glauca* v. *paradoxa*. Essais infructueux de copulation comme exemple d'hémihomothallisme. D'après Namyslowski.

---

(1) Une race neutre de l'*A. glauca* a été isolée par A. Lendner [**21**], elle ne réagissait ni avec *A. glauca* a, ni avec *A. glauca* b ; d'après de nouveaux essais, elle donne des zygospores en présence de l'*A. glauca* b, il faut donc admettre que l'espèce a pu se modifier dans les cultures.

ma race comme *Absidia glauca* Hagem, et les expériences ultérieures démontrèrent que je ne m'étais point trompé. De nombreux essais de culture avec les sexes *a* et *b* de l'*Absidia glauca*, qui m'étaient obligeamment envoyés par M. O. Hagem ont démontré que ma race ne s'accouple point avec le sexe *a* de la culture de M. Hagem, et qu'en revanche elle forme avec le sexe *b*, aux points du contact, une ligne de zygospores. J'ai constaté qu'en outre des formes des deux sexes de l'*Absidia glauca*, qui, cultivées séparément ne forment que des sporanges et cultivées ensemble ne donnent que des zygospores, il existe une race physiologique, qui ne fait, dans des conditions meilleures, que de nombreux efforts de copulation ; elle forme des zygospores seulement en cas de culture avec le sexe contraire.

Absidia glauca v. *paradoxa* est la race *a* de l'*Absidia glauca* Hagem, ayant une inclination au développement homothallique imparfaite cependant, puisque les cultures provenant d'une spore se terminent par des essais de copulation. Par conséquent, c'est une race hémihomothallique, apparue dans le sexe *a* des cultures dioïques de Hagem. La preuve de l'exactitude de mon opinion, c'est que la susdite race s'accouple avec le sexe contraire *b* (fig. 7) (sexe complémentaire). En outre des formes homo et hétérothalliques, il existe donc des formes intermédiaires, hémihomothalliques. J'appelle hémihomothallique mon *Absidia glauca* v. *paradoxa*, car l'homothallisme de cette race est incomplet, il n'est qu'à demi prononcé, mais parfaitement confirmé. Cependant l'hétérothallisme domine, car ce n'est qu'en présence du sexe *b*, que la susdite race produit des zygospores.

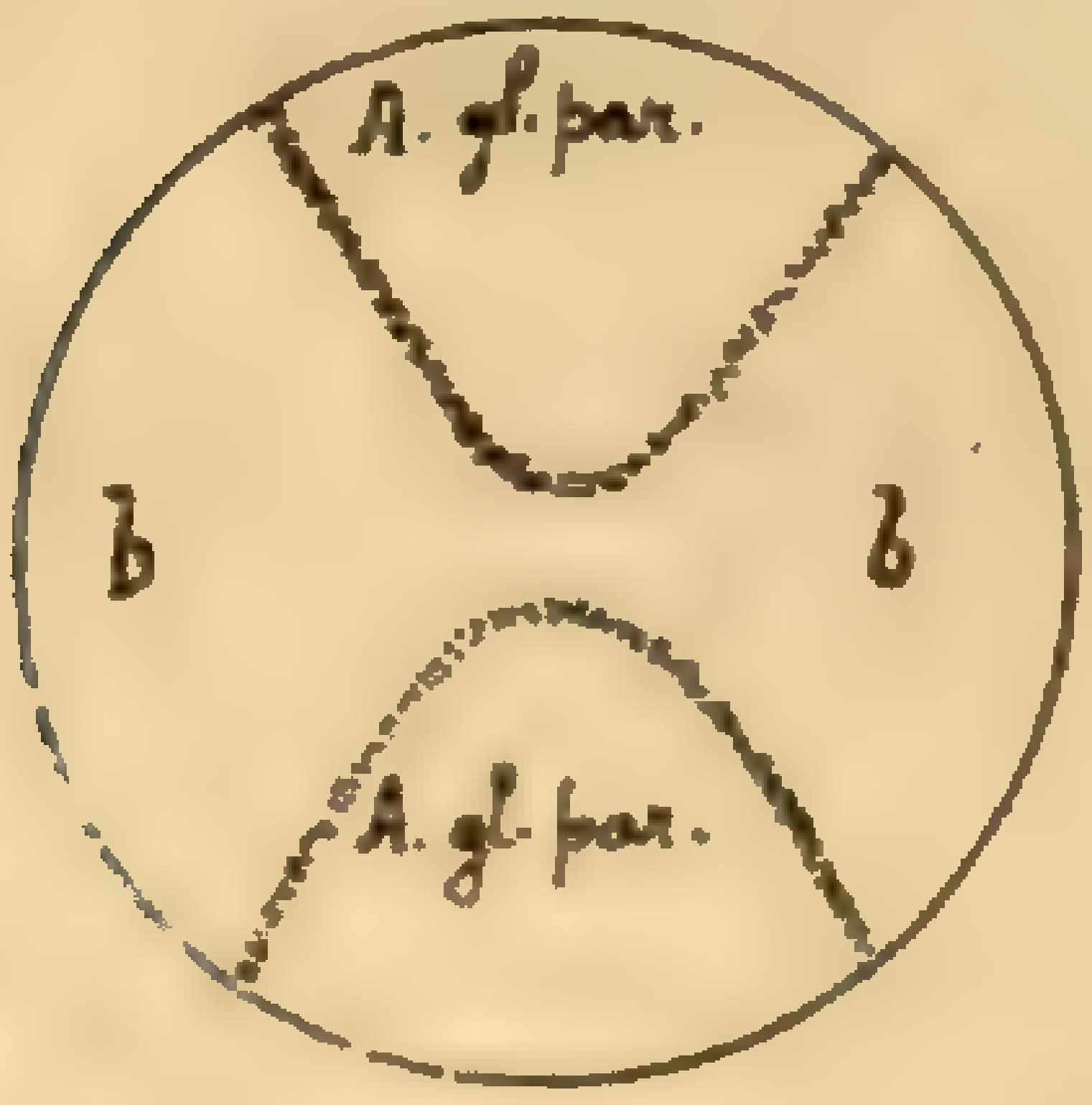


Fig. 7. — *Absidia glauca* v. *paradoxa*. Schéma de copulation de deux sexes, d'après Namyslowski.

Un autre stade de développement de la sexualité fut décrit par Hagem [14] chez l'espèce dioïque *Absidia cylindrospora*. Cette espèce existe sous les formes des deux sexes *a* et *b*, qui ne forment de zygospores que lorsqu'elles sont cultivées ensemble ; cultivées séparément, elles ne les produisent point. Outre les sexes *a* et *b*, Hagem a isolé une race, qui cultivée séparément, ou avec le sexe *a*, ne produit que des sporanges ; mais ensemencée avec le sexe *b*, elle ne donne pas non plus de zygospores, et n'arrive qu'à de nombreux débuts de copulation, aboutissant à la séparation des gamètes et des fulcres d'avec les suspenseurs.

Cette race appartient donc au sexe *a*, puisqu'elle ne s'accouple point avec lui et qu'au contraire, elle s'accouple avec le sexe *b*, quoique sans résultat. Cette race n'est ni homothallique, ni hémihomothallique non plus, l'existence de son hétérothallisme est indubitable, car elle subit l'attraction sexuelle du sexe contraire. Cependant les zygospores ne se produisant point, cet hétérothallisme est incomplet ; il n'y a que de nombreux débuts de copulation, analogiquement à l'hémihomothallisme de l'*Absidia glauca* v. *paradoxa*. On peut justement nommer hémihétérothallisme le phénomène observé par Hagem chez l'*Absidia cylindrospora*.

Il faut donc ajouter à l'homo et à l'hétérothallisme des Mucorinées l'hémihomothallisme et l'hémihétérothallisme.

Hybridation des Mucorinées. Blakeslee [2] a signalé un début d'hybridation entre les *Phycomyces nitens* et *Mucor Mucedo*, *Rhizopus nigricans* et *Absidia cœrulea*, *Mucor* sp. et *Cunninghamella echinulata* ; il n'avait point obtenu de zygospores hybrides, mais des doubles gamètes ayant chacune les caractères de son générateur. Le mot hybride n'est donc pas applicable ici dans son acception courante, comme l'a justement remarqué M. Vuillemin.

Je [24] n'ai point obtenu d'hybrides, en ensemençant ensemble les : *Rhizopus nigricans*, *Rh. nodosus*, *Mucor racemosus*, *Phycomyces nitens ;* je n'ai donc pu constater leur existence en me basant sur mes propres observations. Récemment Hagem [14] a décrit les hybrides de *Mucor lamprosporus* Lendner × *Mucor dispersus* Hagem.

A la limile du contact des cultures de ces deux espèces, on pouvait observer des débuts de copulation (fig. 8) et le suspenseur du *Mucor lamprosporus* séparait un gamète, mais jamais celui du *Mucor dispersus*. Ce phénomène aurait pu être la preuve de l'existence de l'hybridation, si on pouvait avoir la certitude que le *Mucor lampro-*

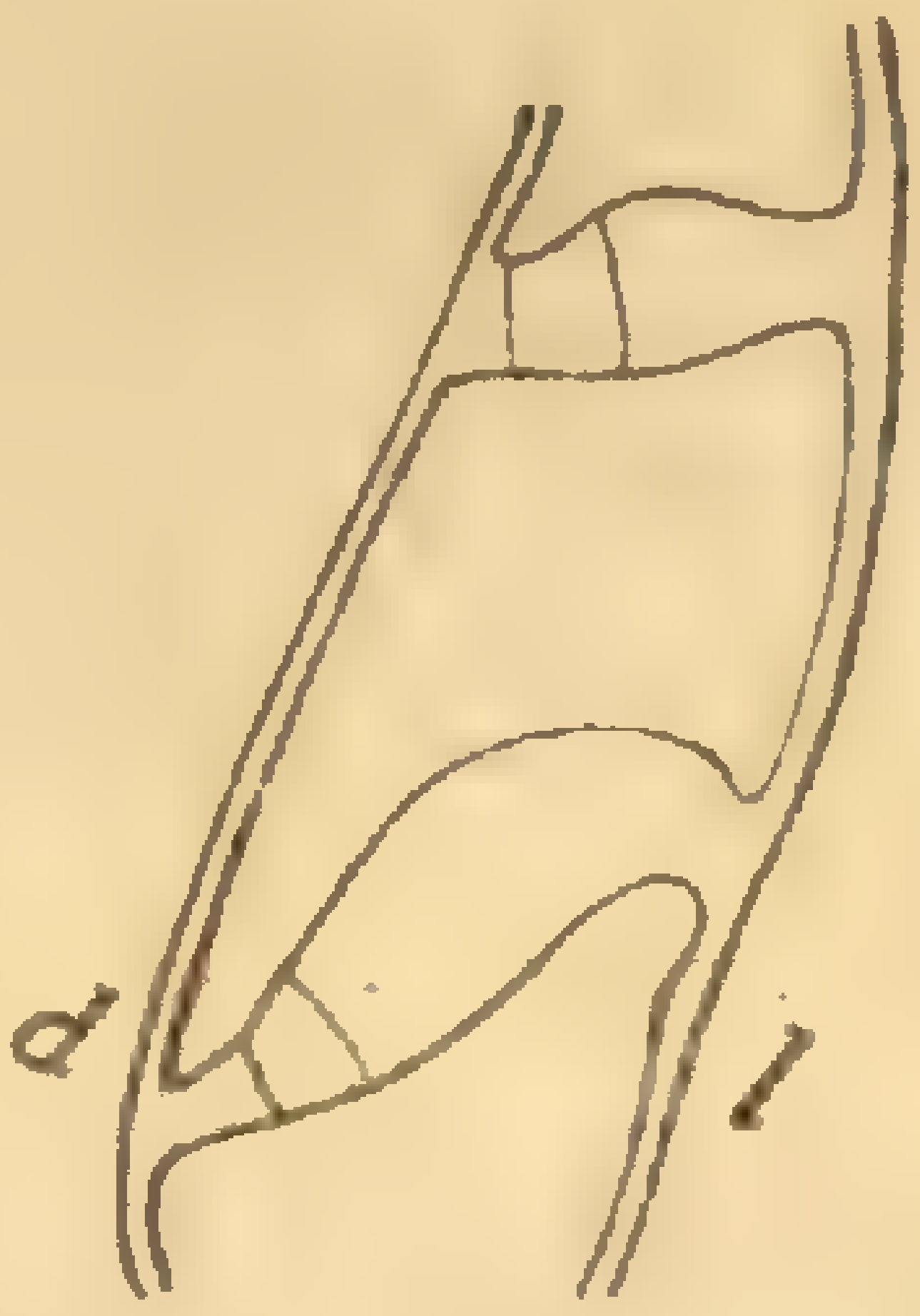


Fig. 8. — *Mucor dispersus* × *M. lamprosporus*. Essai de copulation. D'après Hagem.

sporus et le *Mucor dispersus* sont des espèces distinctes. Hagem remarque lui-même que ce sont sans aucun doute des espèces très rapprochées, dont les sporanges, les spores et les tiges sporangifères se ressemblent beaucoup. Malgré cela, il ne les reconnaît point comme appartenant à la même espèce : 1°) le *Mucor lamprosporus* produisant des tiges sporangifères en très grande quantité, tandis que chez l'autre elles sont clairsemées, 2°) le *Mucor dispersus* ayant sur le mycélium de fréquents renflements polycellulaires, qui n'apparaissent jamais chez le *Mucor lamprosporus*.

Les spores, les sporanges et les tiges sporangifères de ces deux espèces sont identiques. L'absence d'aiguilles d'oxalate de chaux sur la paroi du sporange du *Mucor lamprosporus* ne prouve point la distinction de ces deux espèces, vu le fait universellement connu, que sur certains sporanges de la même espèce se trouvent les aiguilles cristallines, tandis que sur d'autres il n'y en a point. A vrai dire, les spores du *Mucor dispersus* sont de 1-2 μ plus grandes que celles du *M. lamprosporus*, mais cette différence est insuffisante pour distinguer les deux espèces en considérant que la grandeur des spores oscille entre 9-18 μ. La conformité de l'ensemble des caractères est indiscutable à l'exception des différences signalées plus haut.

Une telle différence est-elle suffisante pour qu'on puisse, en s'y rapportant, distinguer les espèces, voilà ce qui demande réflexion. Hagem l'a jugée suffisante, et c'est en se basant sur cette différence qu'il a séparé *M. dispersus* de *M. lamprosporus*. Selon mon opinion, le seul fait de la copulation, quoique incomplète, est la preuve que nous avons affaire non à deux espèces, mais à deux sexes de la même espèce, dans lesquels s'est produit une différenciation morphologique, en quelque sorte un dimorphisme sexuel.

Hagem [**13**] lui-même, en parlant de la théorie de Blakeslee, considère le fait de la copulation de deux myceliums comme un critérium parfait de ce qu'ils appartiennent à une seule espèce ; eu égard cependant au *M. lamprosporus* et au *M. dispersus*, il a agi contrairement à son opinion exprimée ailleurs, quoique Blakeslee [**2**] eût déjà constaté le dimorphisme du mycélium (+) et (—) dans plusieurs espèces du genre *Mucor*. (Hagem [**13**] a fait de même chez le *M. hiematis*).

Le procès de copulation observé chez le *M. lamprosporus* × *M.*

dispersus, et considéré comme la formation d'hybrides n'est qu'une copulation incomplète de deux sexes du *M. lamprosporus*, dont le dimorphisme sexuel morphologique et physiologique est très prononcé. Chez l'un des deux sexes, la tendance à accoupler est plus forte que chez l'autre, car ce n'est qu'un des deux sexes qui sépare le gamète. Je considère le *M. lamprosporus* comme espèce hétérothallique, car les deux mycéliums réagissent l'un sur l'autre sexuellement, mais la copulation n'aboutissant point à la formation de zygospores, il faut le ranger parmi les espèces hémihétérothalliques. Néanmoins, c'est un hémihétérothallisme quelque peu différent de celui de la race de l'*Absidia cylindrospora*.

Les recherches de Blakeslee, Hagem, Lendner, Hamaker, Kominami et les miennes n'ont démontré qu'une diversité surprenante dans le domaine de la sexualité; on a découvert toute une gradation de la diminution de la sexualité : en commençant par l'hétérothallisme jusqu'aux homothallisme, hémihétérothallisme, hémihomothallisme, jusqu'à la neutralité complète.

En étudiant l'espèce dioïque *Phycomyces nitens*, Blakeslee [**3**] a remarqué que les sporanges issus d'une zygospore contiennent trois catégories de spores : les spores (+), (—) et neutres. Des deux premières catégories ((+) et (—) spores) se développent deux mycéliums, qui réagissent l'un sur l'autre sexuellement, en formant des zygospores dans des conditions favorables, et dont les générations sont constantes. Les spores neutres, cependant, forment un mycélium et des spores, chez lesquels a lieu une disjonction en spores (+), (—), et neutres, dans toutes les générations successives. La génération neutre forme des branches copulatrices n'aboutissant point à une copulation et qui, dans des cas exceptionnels, produisent entre elles ou avec le mycélium (+) et (—) des zygospores; les zygospores se forment donc sur le mycélium neutre (1).

Burgeff [**10**], en continuant les recherches de Blakeslee, suppose que le caractère bisexuel du mycélium neutre a probablement pour cause la présence des noyaux (+) et (—) dans ce mycélium. La preuve en serait la formation de spores, qui, contenant des noyaux (+), donneraient un mycélium (+), les noyaux (—) un mycélium (—), et en cas de mélange de noyaux (+) et (—) donneraient un mycélium bisexuel. Dans le premier cas, le mycélium serait homocaryotique, dans le second, hétérocaryotique.

---

(1) Zettnow [**32**] a décrit récemment des cultures du *Phycomyces nitens* de Lindner, dans lesquelles la sexualité est en train de disparaître, mais où cependant, en employant un milieu de culture convenable, on peut observer des débuts de copulation et çà et là quelques zygospores.

L'hypothèse susdite fut confirmée par Burgeff dans des expériences où il mélangeait le protoplasme et les noyaux de deux sexes du *Phycomyces nitens*. Il découpait les jeunes tiges sporangifères (avant la naissance du sporange) de deux sexes, ensuite, il enfonçait l'extrémité supérieure d'une des tiges dans la plaie de l'autre et la pressait jusqu'à ce qu'elle eût éclaté. En pressant dessus avec un verre couvre-objets, il faisait pénétrer le contenu de la tige sporangifère enfoncée dans la tige extérieure. Les plasmes s'y mêlaient, après quoi la tige sporangifère se régénérait en formant un ou plusieurs sporanges, dans lesquels se trouvaient en outre des spores (+) et (—), et aussi des spores neutres.

Burgeff réussit donc à obtenir artificiellement une mixochimère et à prouver, d'après les phénomènes du procès sexuel, la nature homo ou hétérocaryotique des différents mycéliums du *Phycomyces nitens*.

Il constata de même l'homo et l'hétérocaryose chez deux races du *Phycomyces nitens*, morphologiquemement différentes (les races *nitens* et *piloboloides*). La race *nitens* est constante, homocaryotique ; quant à la race *piloboloides*, elle disjoint dans les générations successives la race *nitens*, quoique en petites quantités. C'est la preuve que les noyaux de la race *piloboloides* dominent, mais que les noyaux de la race *nitens* se trouvent cependant aussi en quantités minimes.

Recherches sur les espèces homothalliques.

Comme antithèse du groupe dioïque, les espèces homothalliques forment toujours des zygospores en grandes quantités, pourvu que les conditions extérieures le permettent, la différenciation sexuelle n'ayant pas lieu.

Les Mucorinées hétérothalliques, comme nous le savons, cultivées dans les conditions les plus favorables, ne forment, en l'absence du sexe complémentaire, que des sporanges ; en outre des conditions favorables, la présence de deux sexes contraires leur est absolument nécessaire pour produire des zygospores.

Nous connaissons aujourd'hui une quantité relativement grande d'espèces homothalliques. Blakeslee [**2**] mentionne les : *Sporodinia grandis, Spinellus fusiger, Zygorhynchus Mœllerii, heterogamus, Dicranophora* sp.

Les recherches de Lendner [**21**] y ajoutèrent le *Mucor genevinsis* et l'*Absidia spinosa*, celles de Moreau [**23**] *Zygorynchus Dangeardi*, les miennes [**25**] *Zygorhynchus Vuilleminii*. Certaines de ces espèces ont été étudiées assez exactement ; toutes forment des zygospores dans des cultures partant d'une seule spore, puisque le mycélium est hermaphrodite. Les zygospores se forment le plus souvent à l'extrémité d'une bifurcation dichotomique du filament produisant les suspenseurs.

On considérait les lignes de zygospores, qui se produisaient aux points de contact de deux mycéliums contraires, comme exclusivement caractéristiques pour les espèces dioïques. Les recherches de Wisniewski [**31**] sur le *Zygorhynchus Mœllerii* et les miennes [**26**] sur le *Z. Vuilleminii* ont démontré que dans certaines conditions, les espèces homothalliques peuvent aussi former des lignes de zygospores à la limite de contact des cultures.

Wisniewski et moi obtenions des lignes de zygospores dans des boites de Pétri avec les susdites espèces éminemment homothalliques puisqu'elles forment des zygospores par la bifurcation dichotomique d'un même filament. Malgré l'identité apparente, il existe une différence très prononcée dans le mode de formation des lignes de zygospores dans les espèces homothalliques et dans les espèces hétérothalliques. La ligne de zygospores se forme chez les espèces dioïques comme réaction physiologique au contact de deux mycéliums sexuellement contraires ; avant le contact, elle ne paraît point ; chez les espèces homothalliques, elle forme comme une accumulation mécanique, grâce au contact de deux cultures produisant sans cesse des zygospores.

Blakeslee [**2**] a constaté chez les espèces hétérothalliques la présence des individus sexuellement neutres. Parmi les espèces homothalliques, j'ai décrit une race de *Zygorhynchus Vuilleminii* sexuellement neutre, ne produisant point de zygospores, — le *Zygorhynchus Vuilleminii agamus*. En cultivant le *Z. Vuilleminii*, j'ai remarqué dans quelques-unes des cultures la diminution de la quantité de zygospores ; inoculées, elles perdirent dans la suite complètement, même dans les conditions les meilleures, la propriété de la reproduction sexuelle. On pouvait remarquer 3 stades dans la naissance de cette race : 1°) la diminution de la quantité de zygospores, 2°) la production d'azygospores, 3°) la disparition complète des zygospores et des azygospores, la reproduction devenant asexuée (les spores dans des sporanges, les chlamydospores). Vraisemblablement, c'est un phénomène de mutation.

On ignore quelles étaient les causes qui ont provoqué dans ce cas la disparition de la reproduction sexuelle.

Schouten [**28**] a constaté un phénomène de mutation chez le *Rhizopus Oryzæ ;* il a isolé de ce dernier une race naine, en partant d'une seule spore.

Cependant, non seulement les agents intérieurs inconnus provoquent la naissance de races neutres chez les Mucorinées (*Zygorhynchus Vuilleminii,* les espèces hétérothalliques de Blakeslee); les facteurs extérieurs peuvent de même leur enlever complètement leurs propriétés.

Ainsi Blakeslee [**2**] a obtenu une race neutre, ne produisant point de zygospores en cultivant le *Mucor Mucedo* à une température de 26-28° c.

AZYGOSPORES. — Elles apparaissent chez les espèces monoïques et dioïques, et jusqu'à présent on ne s'en était point occupé au point de vue des découvertes récentes dans le domaine de la sexualité. On ignorait leur importance.

Elles se forment séparément, ou restent unies deux à deux, la copulation des deux gamètes qui se produisent restant inachevée.

L'existence d'azygospores chez les espèces hétérothalliques, comme elles ne résultent point d'une copulation et qu'elles se reproduisent homothalliquement, s'oppose à l'exclusivité de l'hétérothallisme chez les susdites espèces. On peut même considérer la présence d'azygospores chez les espèces dioïques comme une inclination à l'homothallisme.

Hagem [**13**] d'abord, et plus tard Kominami [**19**] ont observé les azygospores chez l'espèce dioïque *Mucor racemosus*. D'après la description de Hagem [**13**], chez l'espèce dioïque *Mucor silvaticus*, et d'après ce que j'ai eu l'occasion de constater moi-même, elles apparaissent en quantités considérables égalant tout au moins celles des zygospores, et sont produites par des gamètes, qui ont été séparées, mais qui n'ont point copulé. On peut donc considérer le *M. silvaticus* comme étant en train de perdre la propriété de la reproduction sexuelle Hagem fait la même hypothèse.

J'ai [**24**] observé les azygospores chez le *Rhizopus nigricans* (fig. 9); elles étaient séparées ou unies deux à deux, la copulation étant incomplète.

Les azygospores apparaissent aussi chez les espèces du genre *Zygorhynchus*, genre éminemment homothallique, par ex. chez les *M. Mœllerii* et *heterogamus* d'après Vuillemin; chez le *Z. Vuilleminii* je les ai trouvées parfois très irrégulièrement développées. Lendner [**20**] a signalé des azygospores souvent irrégulières chez l'espèce monoïque *Mucor genevensis*, Tavel en a vu chez le *Sporodinia grandis*. En général, elles ne sont point rares, mais elles n'apparaissent point avec la même fréquence.

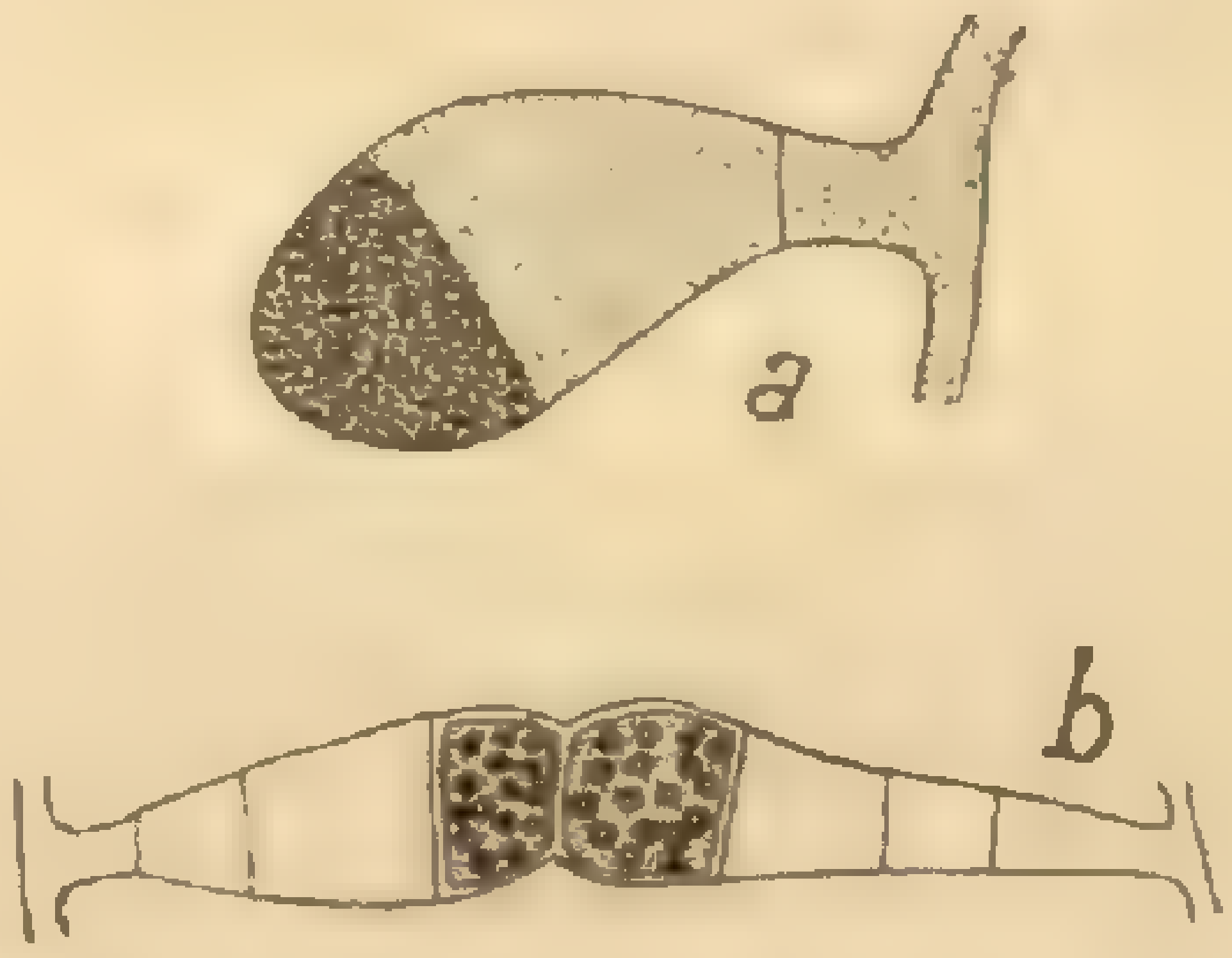


Fig. 9. — *Rhizopus nigricans*. *a)* Azygospore provenant d'un seul gamète; *b)* Azygospore double, provenant de gamètes qui ne sont pas accouplés, d'après Namyslowski.

Influence des conditions extérieures sur la reproduction des Mucorinées.

En dehors des conditions intérieures décidant de la monœcie ou de la diœcie, les conditions extérieures ont aussi une très grande influence sur la reproduction sexuée ou asexuée des Mucorinées.

Autrefois on attribuait l'importance dominante au milieu; les recherches récentes ont démontré que le mode de reproduction de chaque Mucorinée est la résultante de deux agents, du milieu et des conditions intérieures. Des expériences très précises ont été faites principalement sur des espèces monoïques à cause de la facilité de la culture. On a étudié le *Sporodinia grandis* (Klebs [**17, 18**], Falck [**12**]), le *Zygorhynchus Mœllerii* (Wisniewski [**31**]), les *Zygorhynchus Mœllerii, Vuilleminii, Absidia spinosa, Mucor generensis, Absidia glauca* v. *paradoxa* (Namyslowski [**26**]).

Les expériences, quoique concernant des espèces différentes, ont démontré que toutes ces espèces réagissent plus ou moins de la même manière sous l'influence des conditions extérieures. L'influence de la qualité du milieu nutritif est identique chez toutes les espèces étudiées jusqu'alors; en général, les résultats des cultures sont conformes dans leurs traits généraux, quoiqu'il existe des différences imperceptibles.

Les milieux nutritifs qu'on emploie pour les cultures favorisent la production des zygospores ou la formation des sporanges.

Les cultures sur des milieux nutritifs organiques, riches en azote ont amené aux résultats suivants : sur l'urée (gélatine à 5 °/₀ + urée à 2 °/₀) le développement évolue anormalement, toutes les espèces étudiées jusqu'à présent ne forment que des mycéliums et des sporanges (le *Sporodinia grandis* selon Klebs, les *Zygorhynchus Vuilleminii*, *Mœllerii*, *Absidia spinosa* d'après mes recherches), à l'exception du *Mucor genevensis*, chez lequel j'ai observé sur ce milieu quelques zygospores.

Le développement sur de la peptone à 5 °/₀ et à 10 °/₀ (avec de la gélatine) suit son cours d'une manière semblable; les *Zygorhynchus Mœllerii*, *Vuilleminii*, l'*Absidia spinosa* ne forment sur ce milieu qu'un abondant mycélium sans sporanges et sans zygospores (Namyslowski [**26**]), le *Sporodinia grandis* (Klebs [**17, 18**]) produit un mycélium et des sporanges, le *Mucor genevensis* (Namyslowski [**26**]) — des zygospores et des sporanges.

Dans le cas d'une faible concentration de la peptone, p. ex. sur de la peptone à 1 °/₀, les *Zygorhynchus Vuilleminii*, *Mœllerii*, *Absidia spinosa* et le *Mucor genevensis* (Namyslowski [**26**]) forment des zygospores et des sporanges.

Comme on le voit, même une concentration peu sensible du milieu riche en azote (peptone à 5 °/₀ et 10 °/₀) peut provoquer un développement anormal, qui ne se borne qu'à la reproduction végétative (exception pour le *Mucor genevensis*). Sur l'asparagine (gélatine à 5 °/₀ + asparagine à 2°/₀) l'*Absidia spinosa* ne forme, d'après mes recherches, que le mycélium seul sans sporanges et sans zygospores. Le *Sporodinia grandis* développe, selon Klebs, un mycélium et des sporanges. Je n'ai observé sur ce milieu chez le *Zygorhynchus Vuilleminii* et le *Zygorhynchus Moellerii* qu'un mycélium et des zygospores anormales et peu nombreuses. Le *Mucor genevensis* formait des sporanges et des zygospores.

Les composants du milieu nutritif, mentionnés ci-dessus, ne suffisent donc point à un développement normal des Mucorinées; leur influence négative se manifeste extérieurement (à part des exceptions peu nombreuses) par la cessation du procès sexuel. Les zygospores ne se forment point, ce ne sont que les sporanges, ou même le mycélium seul, qui se produisent selon l'individualité de l'espèce.

Les milieux organiques riches en azote ne fournissent point le carbone en quantité suffisante pour le développement normal des Mucorinées, il faut donc ajouter des hydrates de carbone.

Il est vrai que le développement suit son cours jusqu'à la fin même sur de la gélose pure, cependant, il est nécessaire de compléter le milieu nutritif par des hydrates de carbone en quantité suffisante pour obtenir un développement luxuriant du mycélium et la production d'un grand nombre de zygospores et de sporanges.

On a constaté chez toutes les Mucorinées étudiées jusqu'alors la dépendance du mode de reproduction et de la rapidité du développement, de la quantité et de la qualité des hydrates de carbone. Si la quantité des hydrates de carbone convenables s'accroît dans le milieu nutritif, la luxuriance des cultures devient plus grande et le nombre de zygospores et de sporanges augmente, jusqu'au moment où la concentration la plus favorable pour une certaine espèce a été dépassée. Alors se produit la diminution quantitative des zygospores, la croissance devient plus faible, les zygospores cessent enfin de se produire, et les sporanges seuls se produisent jusqu'à une certaine concentration au delà de laquelle ils disparaissent également, et ce n'est que le mycélium qui se développe, très lentement et en quantité minime. Ainsi p. ex., le *Sporodinia grandis* forme encore des zygospores sur le sucre de raisin à 50 °/₀, tandis que si la quantité s'élève à 60 °/₀, il n'y a point de fructification (Falck), point de zygospores, ni de sporanges.

Les autres Mucorinées se comportent d'une manière analogue, mais dans des limites différentes de concentration. J'ai étudié l'influence de la concentration du milieu nutritif sur le mode de reproduction chez les : *Zygorhynchus Vuilleminii*, *Mœllerii*, *Mucor genevensis*, *Absidia spinosa* Or, les *Zygorhynchus Vuilleminii*, *Mœl-*

lerii et le *Mucor generensis* produisent sur le sucre de raisin à 15 °/₀ un grand nombre de zygospores et de sporanges, sur le sucre de raisin à 30 °/₀ le *Mucor generensis* et le *Zygorhynchus Mœllerii* ne forment que des sporanges et point de zygospores, tandis que le *Zygorhynchus Vuilleminii* produit des sporanges et des zygospores, ces dernières en quantités minimes L'*Absidia spinosa* s'accommode de concentrations élevées ; il forme des zygospores sur du sucre de raisin à 50 °/₀ — de même que le *Sporodinia grandis*. L'influence de la concentration existe aussi, lorsqu'on emploie d'autres milieux nutritifs, la glycérine par exemple. J'ai observé des zygospores et des sporanges sur la glycérine à 10 °/₀ chez les *Zygorhynchus Vuilleminii, Mœllerii, Mucor genevensis, Absidia spinosa ;* Falck les a vues chez le *Sporodinia grandis*. Les *Z. Vuilleminii* et *Z. Mœllerii* se développaient très faiblement sur la glycérine à 30 °/₀ et ne produisirent que quelques zygospores; le *Mucor generensis* et l'*Absidia spinosa* ne développèrent qu'un faible mycélium et des sporanges. Comme on le voit, toutes les espèces de Mucorinées qui ont été étudiées jusqu'à présent réagissent d'une manière analogue vis-à-vis de la concentration des hydrates de carbone dans le milieu nutritif. L'abondance des zygospores par rapport au nombre de sporanges caractérise les espèces monoïques qui ont fait l'objet d'études minutieuses ; chez les espèces du genre *Zygorhynchus*, à savoir les *Z. Vuilleminii*, *Z. Mœllerii* et l'*Absidia spinosa*, cette abondance atteint son plus haut degré, la quantité de zygospores relativement à celle des sporanges égalant 9 : 1. Grâce à l'abondance des zygospores, les espèces susdites sont précisément très commodes comme sujets d'expériences. De plus, elles produisent des sporanges et des zygospores même dans l'obscurité et au-dessus du chlorure de chaux, donc dans l'air où la quantité de vapeur d'eau est diminuée.

La race hémihomothallique *Absidia glauca* v. *paradoxa* se comporte identiquement, avec cette différence seulement qu'au lieu de produire des zygospores, elle n'aboutit qu'à de nombreux débuts de copulation.

Le *Rhizopus nigricans*, dans le cas où on a affaire à la race produisant des zygospores, est très capricieux dans les cultures. Quant à la qualité du milieu nutritif lui-même, le substrat riche en hydrates de carbone favorise la production des zygospores, comme c'est le cas chez les Mucorinées en général.

Hamaker [**15**], en observant la croissance de *Rhizopus nigricans* a obtenu, en même temps que moi, des résultats presque identiques. Hamaker considère l'air humide et la température convenable, comme les conditions essentielles de la reproduction sexuelle, tandis que de mon côté je les vois dans l'air saturé de vapeur d'eau et dans le milieu de culture convenable.

Lorsque l'air dans la culture est saturé d'humidité, les zygospores se forment au milieu du vase et les sporanges à la périphérie se dirigeant vers l'air sec. Lorsque l'air dans la culture est sec, les sporanges couvrent uniformément tout le substratum ; si la quantité de l'eau, contenue dans le milieu de culture, forme au-dessus de la surface du substratum une couche humide, qui suffit pour former des zygospores, dans ce cas, elles se forment sur la surface et au fond du substratum où il y a le plus d'humidité.

Grâce à une heureuse combinaison des conditions de culture je n'ai obtenu sur un fragment de poire qu'une masse de zygospores de *Rhizopus nigricans*, sans trace aucune de sporanges. C'est une preuve de l'influence remarquable de l'air saturé de vapeur d'eau. J'ai fixé deux de ces cultures, uniques dans leur genre ; l'une est la propriété du Laboratoire d'anatomie et de physiologie végétales à Cracovie, l'autre appartient à M. le prof. Ikeno à Tokyo.

— J'ai remarqué dans le cours de mes observations sur le *Zygorhynchus Vuilleminii* et le *Z. Mœllerii* [**26**], que ces deux espèces, à moins qu'elles ne soient cultivées dans des boîtes de Petri sur un milieu convenable, forment des zones concentriques de zygospores, plus claires ou plus foncées selon la quantité plus ou moins grande des zygospores. Cette disposition de zones dans les cultures croissant à la température ordinaire, est probablement la conséquence de la fluctuation de la température du jour et de la nuit, qui excite ou ralentit la croissance. J'ai étudié le *Z. Vuilleminii* avec plus de précision, et j'ai obtenu la quantité désirée de zones de zygospores, en plongeant pour peu de temps la boîte de Petri dans de la glace ; à chaque refroidissement correspondait le ralentissement de la croissance, qui se manifestait par la formation d'un anneau de zygospores. J'obtenais de même des zones de zygospores en quantité désirée sous l'influence de la narcose au moyen du chloroforme. Comme réaction à la narcose, se formait un nombre de zones concentriques de zygospores égalant celui des chloroformisations de la culture.

— Mlle Korpaczewska (**16**) a démontré chez les Mucorinées dioïques, qu'à défaut de différences morphologiques entre les deux sexes (+) et (—), il existe des différences physiologiques.

Certains hydrates de carbone étant assimilés plus aisément par l'un des deux sexes que par l'autre, la croissance des deux sexes sur un même milieu de culture n'est pas égale. L'un se développe avec une vigueur et une rapidité plus grandes que l'autre. Les propriétés physiologiques des deux sexes ne peuvent être modifiées par des agents extérieurs.

Mme Breslauer (**8**) en étudiant l'espèce dioïque *Mucor hiemalis* est arrivée aux résultats suivants : 1°) ce ne sont que les filaments aériens qui entrent en copulation, 2°) il n'y a aucune sorte de tactisme (1) (zygotactisme de Blakeslee, « amphitactisme » de Vuillemin), l'attraction des deux sexes ne s'effectuant point à distance et la copulation n'ayant lieu qu'après l'attouchement des filaments qui est tout à fait accidentel, 3°) il s'agit ici d'une espèce d'haptomorphose comme celle de la production des disques sur les vrilles des *Ampelopsis*, 4°) les zygospores en formation sont quelquefois entourées de fulcres qu'on considère comme caractéristiques pour le genre *Absidia*, mais qui ne sont ni aussi nombreux ni aussi allongés que ceux du genre *Absidia*, 5°) il existe un dimorphisme physiologique des sexes, la facilité d'absorption des hydrates de carbone étant plus grande chez le *Mucor hiemalis* (+) que chez le *Mucor hiemalis* (—). Cette dernière observation confirme celle de Mlle Korpaczewska.

---

(1) Lendner (21) a constaté le premier que le développement du progamète n'a lieu qu'après l'attouchement de deux filaments, mais qu'il ne provient point d'un tropisme particulier par lequel les deux progamètes tout d'abord éloignés s'accroîtraient selon deux directions opposées.

CONCLUSIONS

1. Les Mucorinées sont monoïques et dioïques, homo- et hétérothalliques.

2. Les espèces dioïques peuvent se reproduire homothalliquement aussi, la diœcie n'est donc point un caractère absolument constant.

3. Outre les espèces monoïques et dioïques, existent des formes hémihomo- et hémihétérothalliques.

4. Le rapport du nombre des zygospores à celui des sporanges est un caractère spécifique constant et différent chez les différentes espèces. Chez certaines Mucorinées, la facilité de la reproduction sexuelle est plus grande que celle de la reproduction asexuelle (les *Zygorhynchus Vuilleminii* et *Z. Mœllerii* p. ex.), chez d'autres, c'est le contraire, (le *Rhizopus nigricans* p. ex.)

5. Outre les conditions internes, les conditions extérieures ont une grande influence sur le mode de reproduction des Mucorinées.

6. Les milieux de culture riches en hydrates de carbone favorisent la production de zygospores; les milieux de culture où dominent les substances organiques riches en azote ne sont favorables qu'au développement végétatif, défavorables par contre à la reproduction sexuelle.

7. Formation de races (morphologiques et biologiques) comme conséquence de causes connues et inconnues (mutation).

8. Existence du dimorphisme physiologique des sexes.

9. Disjonction des sexes et des races morphologiques selon la loi de Mendel.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

[1] A. d. Bary. — Beiträge z. Morphologie u. Physiologie d. Pilze. 1864-1870.

[2] A. F. Blakeslee. — Sexual reproduction in the Mucorineæ. *Proc. of. the Americ. Acad. of. Art. a. Sc.* 1904.

[3] A. F. Blakeslee. — Zygospore germination in the Mucorineæ. *Annales Mycologici*, 1906.

[4] A. F. Blakeslee. — Hetherothallism in bread mould. *Bot. Gazet.* 1907.

[5] A. F. Blakeslee. — Zygospores and sexual strains in the common bread mould Rhizopus nigricans. *Science* 1906.

[6] A. F. Blakeslee. — Conjugation in the heterogamic genus Zygorhynchus (Mycolog Ctlbtt. 1913).

[7] A. F. Blakeslee. — A possible means of identifying the sex of (+ and (—) races in the Mucors. *Science* 1913.

[8] A. Breslauer. — A propos du dimorphisme sexuel des Mucorinées. *Bull. de la Soc. bot. de Genève* 1912.

[9] O. Brefeld. — Ueber copulierende Pilze. (*Sitz. d. deut. bot. Gesft* 1875).

[10] H. Burgeff. — Ueber Sexualität, Variabilität u. Vererbung b. Phycomyces nitens. *Ber. d. deut. bot. Gsft.* 1912.

[11] M. Cormick. — Homothallism in Rhizopus. *Bot. Gaz.* 1911.

[12] R. Falck. — Die Bedingungen u. d. Bedeutung d. Zygotenbildung b. Sporodinia grandis. Cohns Beiträge. 8. Bd.

[13] O. Hagem. — Untersuchungen über norvegische Mucorineen. Nidenskabsel skabets Skrft. Christiania. 1908.

[14] O. Hagem. — Neue Untersuchungen über norvegische Mucorineen. *Annales Mycologici*. 1910.

[15] Hamaker. — A culture medium for the zygospores of. Mucor stolonifer. *Science*. 1906.

[16] I. Korpaczewska. — Sur le dimorphisme physiologique de quelques Mucorinées héthérothalliques. *Bull. d. l. Soc. bot. de Genève*. 1909.

[17] G. Klebs. — Physiologie d. Fortpflanzung einiger Pilze Sporodinia grandis. *Jahrb. f. wiss. Botanik*. 1898.

[18] G. Klebs. — Ueber Sporodinia grandis. *Bot. Zeit.* 1902.

[19] Kominami. — Biol. phys. Untersuchungen über Schimmelpilze. Tokyo. 1909.

[20] A. Lendner. — Les Mucorinées de la Suisse. Bern. 1908.

[21] A. Lendner. — Observations sur les zygospores des Mucorinées. *Bull. d. la Soc. bot. de Genève.* 1910.

[22] A. Lindner. — Voir Zettnow (n° 32).

[23] F. Moreau. — Une nouvelle Mucorinée hétérogame Zygorhynchus Dangeardi sp. nov. *Bull. d. l. Soc. bot. de France.* 1912.

[24] B. Namyslowski. — Rhizopus nigricans et les conditions de la formation de ses zygospores. *Bull. d. l'Ac. d. Sc. d. Cracovie,* 1906.

[26] B. Namyslowki. — Zygorhynchus Vuilleminii une nouvelle Mucorinée isolée du sol et cultivée. *Annales Mycologici* 1910.

[26] B. Namyslowski. — Studien über Mucorineen. *Bull. d. l'Acad. d. Sc. d. Cracovie.* 1910.

[27] B. Namyslowski. — Nowsze poglady, naplciowosc plesniakow. Wars-Vrawa Wszechsviat. 1911.

[28] Schouten. — Reinkulturen aus einer unter d. Mikroskop isolierten Zelle. Zeitschrift f. Mikroskopie. 1905.

[29] P. Vuillemin. — Les bases actuelles de la Systématique en mycologie. Progr. rei bot. 1907.

[30] P. Vuillemin. — Les Champignons. Essai de classification, 1912. Paris.

[31] P. Wisniewski. — Einfluss d äusseren Bedingungen auf d. Fruchtform b. Zygorhynchus Moellerii. *Bull. d. l'Acad. d. Sc. d. Cracovie.* 1908.

[32] Zettnow. — Ueber die abgeschwächte Zygosporenbildung d. Lindnerschen Phycomyces stämme. *Ber. d. deut. bot.* Gsft. 1913.

[33] Ph. v. Tieghem. — Observation au sujet d'un travail de M. Brefeld *Bull. d. l. Soc. bot. de France,* 1876.

[34] Ph. v. Tieghem. — Sur l'Absidia genre nouveau. Ibid. 1876.

UTILISATION COMPARÉE
DE
DIVERS CONSTITUANTS DE LA MEMBRANE
PAR LE *XYLARIA HYPOXYLON* L.

par MM. C.-L. GATIN et M. MOLLIARD

Nous avions entrepris, en collaboration, Gatin et moi, un travail relatif à la nutrition des Champignons lignicoles, et une note préliminaire avait paru en 1910 sur ce sujet à la Société botanique de France; de nouveaux résultats avaient été acquis dans les années qui ont précédé la guerre au cours de laquelle Gatin est tombé au champ d'honneur; ce sont les notes se rapportant à notre travail que je rassemble ici, sans rien ajouter de personnel à l'ensemble des expériences faites en commun.

M. M.

L'action exercée par les Champignons parasites ou saprophytes sur la membrane végétale a surtout été étudiée par voie d'observations microscopiques: c'est ainsi que de Bary, Tulasne, Hartig ont décrit des figures de corrosion que déterminent les filaments mycéliens sur la paroi des cellules attaquées; on trouvera dans Zellner (1) tous les renseignements bibliographiques concernant ce mode d'investigation.

Plus récemment Schellenberg (1) a montré l'action dissolvante des Champignons en les cultivant sur des coupes minces de végétaux supérieurs (tiges de *Molinia*, cotylédons de Lupin, albumen de

---

(1) ZELLNER. Chemie der höheren Pilze. Leipzig, 1907.

(1) SCHELLENBERG. Untersuchungen über das Verhalten einiger Pilze gegen Hemicellulosen. *Flora*, 1908, **98**, 257-308.

Dattier et en observant les modifications morphologiques que subissent celles-ci ; Grüss (1) avait employé une méthode analogue en ce qui concerne l'albumen de Dattier.

Enfin une autre série de recherches a consisté à reconnaître les actions diastasiques des Champignons lignicoles en faisant agir des jus de presse sur différentes substances se trouvant dans le bois ; c'est ainsi que Kohnstamm (2) a opéré en ce qui concerne le *Merulius lacrymans ;* l'auteur a réussi à provoquer de la sorte une attaque de la membrane cellulaire sur des coupes d'*Elodea canadensis* préalablement traitées par l'eau de Javel ; mais ici encore c'est par des figures de corrosion que se reconnaît l'action mycélienne.

Nous nous sommes proposé dans ce travail d'étudier l'action digestive d'un Champignon lignicole en le faisant agir en cultures aseptiques sur diverses substances constitutives de la membrane considérées isolément et d'établir la valeur alimentaire comparée de ces substances vis-à-vis du *Xylaria Hypoxylon*

Les cultures ont été faites dans des fioles coniques de 500 cm³ où on introduisait le milieu minéral suivant :

Eau de Vanne	100 cm³
Azotate de potassium	0g,200
Phosphate d'ammoniaque	0, 050
Sulfate de magnésium	0, 050

auquel on ajoutait une des substances qu'il s'agissait d'étudier. Comme terme de comparaison, nous avons tout d'abord employé le glucose et l'amidon.

Cultures sur glucose.

Au milieu précédent on ajoutait 5 gr. de glucose et on rendait le milieu consistant par l'addition de 10 gr. de gélatine.

Le mycélium, ensemencé au centre du substratum, ne tarde pas à se développer et, au bout d'un mois, les cultures étant abandonnées à la température ordinaire du laboratoire, il occupe un cercle de 8 cm de diamètre; au bout de ce même temps on observe de nombreux arbuscules agrégés, dressés et disposés suivant une couronne; ils sont assez étroitement pressés les uns contre les autres, mais restent courts; ils ont la forme d'une massue épaisse ne dépassant pas $0^{cm},5$ de long. Après 5 semaines de culture, la gélatine commence à se gélifier et le milieu est complètement liquide à la fin du deuxième mois.

---

(1) J. Grüss. Biologische Erscheinungen bei der Cultivierung von *Ustilago Maydis*. *Ber. d. d. bot. Ges.*, 1902, **20**, 212-220.

(2) Ph. Kohnstamm. Amylolytische, glucosidspaltende, proteolitische und celluloselösende Fermente im Holzbewohnenden Pilzen. *Beih. z. bot. Centralbl.*, 1901, **10**, 90-121.

Le poids du mycélium lavé, puis desséché, était alors de $1^{g},748$; le liquide de culture auquel on ajoutait les eaux de lavage du mycélium et qu'on déféquait par le nitrate de mercure pour le débarrasser de la gélatine et de ses produits de digestion, ne contenait plus, à la fin de l'expérience, que $0^{g},207$ de glucose ; il avait donc été utilisé $5\text{ g.} - 0,207 = 4^{g},793$ de sucre et le rendement de la culture est égal à $1,748 : 4,793 = 0,36$.

Ajoutons qu'on obtient des résultats analogues en employant la gélose (1,5 0/0) pour solidifier le milieu et que le développement du Champignon est négligeable sur le milieu minéral gélatiné ou gélosé.

Cultures sur l'amidon.

A 100 cm^3 du liquide minéral précédemment employé ajoutons 8 gr. d'amidon de riz desséché ; par la chaleur il se forme un empois consistant et il n'est pas nécessaire d'ajouter au milieu de la gélatine ou de la gélose. Le développement présente une vitesse semblable à celle que nous venons de constater en présence du glucose ; au bout d'un mois le mycélium, blanc sur les bords, devient gris vers le centre et on voit apparaître des arbuscules agrégés, disposés sur un cercle très régulier, d'environ 4 cm. de diamètre ; 6 semaines après le semis le mycélium occupe toute la surface du milieu (10 cm. de diamètre et, à 2 cm. du bord, il se constitue une nouvelle couronne assez large occupée par de nombreux arbuscules, noirs à la partie inférieure, blancs vers le haut, où ils se bifurquent assez communément, et mesurant environ $1^{cm},5$ de long.

Le milieu commence à se liquéfier vers la sixième semaine et devient absolument liquide au bout de deux mois.

Lorsque le développement ne progresse plus, le poids du mycélium desséché est de $1^{g},716$; à ce moment le liquide ne présente plus la réaction de l'amidon vis-à-vis de l'iode, il ne réduit pas la liqueur de Fehling, l'utilisation de l'amidon a été complète et le rendement est égal à 1, 716 : 8 = 0, 21.

Cultures sur xylane.

La xylane que nous avons employée a été préparée à partir de la sciure de bois de peuplier ; cette sciure était épuisée par plusieurs eaux chaudes jusqu'à ce que le liquide n'entraîne plus de matières colorantes ; puis on la traitait à trois reprises par de l'ammoniaque à 2 p. 100 et on lavait à l'eau chaude ; la sciure était ensuite mise à digérer dans une solution de soude à 5 p. 100 et la xylane sodée était précipitée par l'alcool, puis traitée par l'acide acétique ; la xylane, redissoute dans l'eau, était exactement neutralisée par du carbonate de sodium, précipitée à nouveau par l'alcool, puis séchée.

En ajoutant 8 gr. de cette xylane à 100 cm^3 du liquide mineral et en stérilisant on obtenait une gelée consistante à la surface de laquelle on pouvait effectuer directement le semis du *Xylaria.*

Au bout de 3 semaines le mycélium forme une plaque blanche homogène d'environ 2^{cm}, 5 de diamètre, le milieu s'affaissant dans cette région ; un mois après l'ensemencement, le diamètre de la culture atteint 4 cm. et on observe une croûte mycélienne ridée radialement et concentriquement : ce n'est qu'au bout de deux mois que la xylane commence à présenter un commencement de liquéfaction qui progresse jusque vers le quatrième mois, époque à laquelle elle atteint son maximum : le mycélium présente alors un diamètre définitif de 8 cm. et il ne donne jamais naissance aux ébauches d'arbuscules que nous avons vu se produire en présence de glucose ou d'amidon.

Lorsque le développement est terminé, le mycélium lavé et desséché présente un poids de 0^g, 610. Les eaux de lavage étant ajoutées au liquide de culture restant dans la fiole, on étendait d'eau jusqu'à un volume de 300 cm^3 et on dissolvait au bain-marie pour précipiter ensuite, à l'aide d'alcool, la xylane restant inutilisée ; on filtrait, lavait à l'alcool et desséchait cette xylane ; il en restait 2^g, 380 ; il en était donc disparu 8 — 2,380 = 5^g, 620.

Le liquide alcoolique filtré était concentré dans le vide et réduit à 100 cm^3 ; il donnait très nettement avec l'acide chlorhydrique la réaction des pentoses, qui ne saurait provenir ici que du xylose ; on n'obtient pas cette réaction avec le liquide alcoolique résultant de la précipitation de la xylane contenue dans une fiole non ensemencée et servant de témoin ; mais on observe une coloration rouge semblable à celle que donnent les hexoses.

En présence de ces faits nous avons dosé les sucres réducteurs qui existent dans le milieu de la culture avant et après le développement du *Xylaria ;* au début il en existait $0^g,055$, à la fin $0^g,290$, soit une augmentation de $0^g,235$ représentant le xylose provenant de la digestion de la xylane par le Champignon et qui est resté inutilisé ; si nous retranchons cette quantité du poids de xylane disparue on obtient $5^g,620 - 0,235 = 5^g,385$ et le rendement est égal à $0,610 : 5,385 = 0,11$ très sensiblement inférieur à celui que nous avons obtenu pour le glucose et l'amidon.

Ces résultats donnent raison à Schorstein (1) qui a conclu à l'utilisation de la xylane par le *Merulius lacrymans* par le fait que le bois attaqué cesse de donner les réactions des pentosanes et à Malenkowic (2) qui a réussi à cultiver le *Coniophora cerebella* sur la xylane.

Dans une autre série d'expériences, nous avons recherché la manière dont le *Xylaria* se comporte vis-à-vis de l'albumen du Caroubier, du corrozo, de la gomme de cerisier, de la pectine, du mucilage du Lin, ainsi que vis-à-vis de pentoses libres, le xylose et l'arabinose.

Cultures sur l'albumen du Caroubier.

5 grammes d'albumen moulu, correspondant à $4^g,4$ de matière desséchée à 100°, ajoutés à 100 cm³ du liquide minéral ont donné une masse assez consistante pour pouvoir donner lieu à un développement superficiel du mycélium ; le milieu s'est comporté comme un excellent aliment pour le *Xylaria ;* au bout d'un mois le Champignon recouvrait un cercle de 6 cm. de diamètre, était très dense et on observait le début d'un arbuscule. Deux mois après le semis, le

---

(1) J. Schorstein. Zur Biologie der Holzpilze. *Centralbl. f. Bakteriol., Parasitenkunde*... 2ᵉ. Abth., 1902, **9**, 446.

(2) Malenkowic. Ueber die Ernährung holzstörender Pilze. *Centralbl. f. Bakteriol., Parasitenkunde*. 2ᵉ Abth., 1906, **16**, 405.

mycélium épais occupait toute la surface et il existait de nombreux débuts de formations agrégées ; le milieu était alors à demi liquide et la culture rappelait beaucoup celle qu'on obtient sur l'empois d'amidon

Le mycélium lavé et desséché avait un poids de $1^g, 153$; dans le liquide restant on a précipité, par l'alcool, la mannogalactane restant inutilisée et on n'en a retrouvé que $0^g, 7$; il en est donc disparu $4, 4 - 0, 7 = 3^g, 7$. Dans le liquide alcoolique il restait à la fin de l'expérience $0^g, 487$ de sucres réducteurs alors qu'un témoin non ensemencé n'en contenait que $0^g, 374$; on peut donc estimer approximativement le poids de sucre utilisé à $3^g, 7 + 0, 374 - 0, 487 = 3^g, 587$ et le rendement est de $1, 153 : 3, 587 = 0, 32$, de même ordre que pour le glucose.

Cultures sur le Corrozo.

Il ne s'est agi pour cette substance que de recherches qualitatives. Du corrozo pulvérisé a été imbibé du liquide minéral de manière à former une sorte de sable humide. Le développement à la surface de ce milieu a été très appréciable ; le mycélium recouvrait une région de 6 cm. de diamètre au bout d'un mois et pénétrait dans toute la masse ; deux mois après le semis il se constituait une plaque mycélienne assez dense et d'un noir bleuté ; la culture dégageait une odeur franche de Polypore. Les grains de corrozo présentaient à ce moment une consistance beaucoup moins considérable que dans un témoin non ensemencé et témoignaient ainsi d'une action exercée sur eux par les filaments de Champignon ; il ne pouvait être question, dans les conditions de la culture, d'évaluer le poids du mycélium obtenu, mais l'aspect de la végétation indiquait que la mannane du corrozo s'est comportée comme un bon aliment.

Cultures sur la gomme du Cerisier.

Nous avons formé avec cette substance une solution assez épaisse qui était introduite dans une fiole au fond de laquelle se trouvait du coton de verre capable de maintenir le mycélium à la surface. Le développement du Champignon a été très lent et, au bout de deux mois, on n'observait qu'une plage de $1^{cm}, 5$ de diamètre, occupée par un mycélium ténu, et les choses en sont restées à cet état : il est possible que l'arabinogalactane n'ait pas été utilisée du tout et que le mycélium qui s'est formé l'ait fait aux dépens de traces de substances d'une autre nature.

Cultures sur la pectine.

Cette substance est beaucoup plus importante à considérer parce qu'elle est un constituant normal des membranes. Nous nous sommes servis de la pectine préparée à partir de tubercules de carottes jeunes ; ceux-ci ont été râpés et traités par de l'acide chlorhydrique étendu ; dans la solution neutralisée, la pectine a été ensuite précipitée par l'alcool ; la substance séchée au papier filtre, et dans laquelle nous nous sommes assurés que l'amidon faisait défaut, a été ajoutée à la solution minérale dans la proportion de 10 p. 100, ce qui correspond à 2^{g}, 86 de matière sèche par culture ; le milieu était rendu solide par l'addition de 1^{g}, 5 de gélose, soit 1,214 de gélose desséchée à 100° ; des cultures faites sur la gélose seule ne permettent, nous l'avons vu précédemment, qu'un développement mycélien tout à fait négligeable.

Vingt jours après l'ensemencement on observe déjà une belle culture sur le milieu contenant de la pectine ; le mycélium est épais et s'étend, au bout de 5 semaines, sur un cercle de 5 cm. de diamètre ; après deux mois et demi de culture, le Champignon recouvre une surface de 7^{cm}, 5 de diamètre et ne progresse plus ; quand on cherche à extraire le mycélium, on constate qu'il pénètre profondément dans le milieu ; il pèse à l'état sec 0^{g}, 693.

Si on précipite dans le milieu de culture, rendu liquide par addition d'eau chaude, la gélose et la pectine inutilisée à l'aide d'alcool, on constate qu'il a disparu 1^{g}, 826 de pectine ; il reste d'autre part dans le milieu 0^{g}, 193 de sucre réducteur ; le rendement est donc 0, 693 : (1,826 — 0, 193) = 0, 42 nettement supérieur à ceux que nous avons obtenus avec toutes les autres substances sur lesquelles ont porté nos expériences.

Cultures sur le mucilage du Lin.

Des graines de Lin ont été mises à gonfler dans l'eau, le mucilage a été exprimé à travers un linge, filtré au papier Chardin et précipité par l'alcool. Avec la matière séchée on a effectué une solution aqueuse, et on a mélangé un volume connu de celle-ci à la solution minérale. Le développement du *Xylaria* est assez lent à s'établir au début sur le milieu gélosé à base de mucilage, plus lent que sur celui qui contient de la gomme ; mais ensuite les progrès sont rapides et, au bout de 7 semaines, le mycélium atteint les bords du milieu de culture. Le poids du mycélium desséché est de 0^g, 210 ; mais nous n'avons pas évalué la quantité de mucilage utilisé ; le poids du mucilage sec introduit était de 0^g, 610 ce qui correspondrait à un rendement égal à 0,36 si on admettait une utilisation complète. Le liquide de culture ne réduit la liqueur de Fehling ni avant ni après le développement du Champignon.

Cultures sur xylose.

Une culture de *Xylaria* a été effectuée sur le milieu minéral ordinairement employé, additionné de 10 gr. de gélatine et 5 gr. de xylose, desséché à 100°. Au bout de 15 jours, le mycélium commence à se développer et gélifie la gélatine à son niveau; après un mois, le diamètre de la plage mycélienne est de 4 cm. et le Champignon occupe toute la surface deux mois après le semis ; à ce moment le mycélium est très floconneux, peu dense et le milieu est entièrement liquéfié ; le poids du mycélium desséché est de 1^g, 300.

Dans le liquide déféqué par le nitrate de mercure on constate qu'il reste 1^g, 490 de sucre réducteur, c'est-à-dire de xylose ; le rendement est donc ici de 5, 3 : (5 — 1, 49) = 0,37 ; il est un peu inférieur à celui que nous venons de constater pour la pectine et de même ordre que celui qu'on obtient avec le glucose.

Cultures sur arabinose.

Les cultures sur arabinose ont donné des résultats assez analogues aux précédents ; sur un milieu gélatiné contenant 4^g, 5 d'arabinose desséché l'aspect du mycélium a été très comparable à celui qu'on observe sur le xylose ; mais le poids atteint n'a été que de 0^g, 820, alors qu'il restait 1^g, 376 de sucre dans le liquide; le rendement a donc été cette fois de 0, 820, : (4, 5 — 1, 376) = 0, 20, nettement inférieur à celui qui correspond au xylose.

Il est à remarquer que la liquéfaction de la gélatine est beaucoup plus rapide en présence de xylose ou d'arabinose qu'en présence de glucose.

Les résultats que nous venons d'obtenir nous montrent que la substance la mieux utilisée de toutes celles que nous avons employées et pour lesquelles nous avons effectué des dosages se trouve être la pectine ; viennent ensuite le xylose et le glucose, puis la mannogalactane du Caroubier, l'arabinose, l'amidon et enfin la xylane ; l'aspect des cultures montre en outre que le corrozo est un bon aliment, que le mucilage du Lin est bien utilisé, que la gomme du Cerisier l'est à peine et la gélose pas du tout.

Les seules cultures sur lesquelles nous avons observé la production d'arbuscules sont celles qui ont été effectuées sur le glucose, l'amidon et l'albumen du Caroubier, alors que sur du bois stérilisé contenu dans des ballons il se produit des appareils agrégés très développés, pouvant atteindre jusqu'à 10 cm. de long. Il semble donc que la formation de ces appareils nécessite la réunion de plusieurs substances nutritives ou une quantité de matière alimentaire supérieure à celle qui était fournie dans nos cultures.

Action du *Xylaria* sur la lignine.

On sait depuis longtemps que les Champignons qui se développent dans le bois déterminent une délignification des membranes, qui cessent de présenter les diverses réactions colorées caractéristiques de la lignine et deviennent par contre colorables en bleu par le chloroiodure de zinc. Czapek (1) a montré que cette action peut être réalisée par le jus de presse des Champignons.

Nous avons cherché à reproduire le phénomène en question à partir de la lignine extraite du bois ; de la sciure de bois de peuplier, traitée tout d'abord par plusieurs eaux bouillantes, a été laissée longtemps en contact avec de l'alcool à chaud ; on obtient ainsi un liquide ayant un aspect laiteux qui s'exagère par addition d'eau et disparaît au contraire immédiatement sous l'action de l'éther ; ce liquide présente très énergiquement les réactions de la lignine ; si on imbibe

(1) F. Czapek. Zur Biologie der Holzbewohnenden Pilze. *Ber. d. d. bot. Ges.*, 1899, **17**, 166.

du papier filtre avec cette sorte d'émulsion alcoolique et qu'on laisse sécher, le papier se comporte comme le bois à l'égard de la phloroglucine chlorhydrique et du sulfate d'aniline ; un examen au microscope montre que ce sont de fines particules qui ont adhéré aux fibres du papier qui se colorent en rouge dans le premier cas, en jaune dans le second.

Faisons une culture de *Xylaria* sur du papier ainsi traité et servant de substratum à une solution nutritive glucosée ; le Champignon se développe bien et il est facile de reconnaître que le papier cesse de présenter les réactions de la lignine dans les régions où s'est constitué le mycélium, alors que ces réactions subsistent partout ailleurs. La transformation opérée par le *Xylaria* est donc identique, dans les conditions spéciales que nous avons réalisées, à celle qui se produit dans les tissus lignifiés et on comprend qu'elle soit même beaucoup plus rapide pour la substance isolée de la membrane qu'elle imprègne normalement.

ESQUISSE SUR LA VÉGÉTATION D'UN COIN DU GÉVAUDAN GRANITIQUE

par M. W. RUSSELL

La flore du Plateau central est bien connue dans ses traits généraux, mais certaines régions n'ont été l'objet d'aucun travail d'ensemble : telle est la portion du district granitique comprise entre les Monts d'Aubrac et la Margeride et qui fait partie de la *pénéplaine* gévaudanaise.(1) Ce territoire, d'une altitude généralement supérieure à 1.000 mètres, est formé d'une série de plateaux ondulés, relevés çà et là par de petites éminences désignées dans le pays sous le nom de *Trucs*.

Les cimes arrondies de ces Trucs sont couronnées par des blocs de rochers, sorte de belvédères naturels d'où la vue peut s'étendre jusqu'aux lointains sommets de l'Aigoual, du Lozère et des monts d'Auvergne.

Le point le plus élevé de la région est le roc de Peyre (1181 m.) qui domine Saint-Sauveur de Peyre ; vient ensuite le Truc de Garde (1163 m.) situé près de Recoules de Fumas, puis les Trucs du Pêcher (1129 m.) et du Vivier, voisins de la ville d'Aumont, le Truc de Nozières (1092 m.), etc. Les roches cristallines qui constituent le sol sont en outre du granit, la granulite, la syenite et l'aptite ; des formations volcaniques s'observent en de nombreuses places : ce sont tantôt de simples coulées qui ont rempli les fissures du sol, tantôt des nappes de basalte qui s'étalent sur les saillies des plateaux.

(1) La région que j'ai étudiée comprend la moyenne partie du canton d'Aumont et quelques lambeaux des cantons de St-Chely-d'Apcher, du Malzieu et de Nasbinals. Ma tâche a été grandement facilitée grâce aux précieux renseignements qui m'ont été fournis par M. Dalle, instituteur, à Aumont (Lozère). Je lui adresse mes chaleureux remerciments.

Au Malzieu, à Saint-Alban et à Javols se trouvent des dépôts d'eau douce (argiles, marnes, sables) qui occupent l'emplacement de lacs creusés à l'époque Oligocène.

Au point de vue physique, les roches qui constituent le sol appartiennent à deux groupes : le groupe des grès et le groupe des calcaires (1). Le groupe des grès dans lequel on range les roches granitoïdes, comprend des roches très hygroscopiques qui se décomposent aisément en sables grossiers et en argile. Les sols formés d'arènes granitiques sont humides dans les vallées et sur les pentes ombreuses, secs superficiellement sur les pentes ensoleillées.

Le groupe des calcaires comprend, outre ceux-ci, les basaltes, roches dures se désagrégeant difficilement et ne donnant qu'une petite quantité de terre argileuse. Les terrains basaltiques constituent des stations chaudes et sèches.

Les hauts plateaux de la Lozère sont peu propices à la culture des céréales, la nature du sol et la rudesse du climat s'y opposent (2), les pâturages seuls donnent des produits rémunérateurs, aussi le paysan abandonne peu à peu la culture de la terre pour se livrer à l'élevage. Les surfaces engazonnées, en conséquence, occupent une partie du territoire et remplacent les forêts détruites et les champs délaissés.

Les grands bois n'existent qu'au voisinage des monts d'Aubrac et sur les flancs de quelques Trucs (3).

Ailleurs on ne voit que des boquetaux de Pins qui forment çà et là une tache sombre sur les prairies verdoyantes.

Au fond des vallées, dans les cuvettes et les dépressions, les prairies sont souvent marécageuses et en certains endroits s'observent de véritables tourbières.

Lorsque la profondeur de la terre arable le permet, le paysan cherche à cultiver les végétaux nécessaires pour sa nourriture et celle de ses animaux ; mais à cause de la pauvreté du sol en éléments minéraux utiles, on laisse reposer la terre le plus longtemps possible : c'est la culture extensive qui est pratiquée dans le pays. Le système d'assolement celtique s'y rencontre sous toutes les formes (1) : c'est la culture à assolement avec ginestière temporaire, la jachère nue annuelle ou biennale, la culture à assolement de longue durée. Les terres abandonnées à elles-mêmes ne tardent pas à se couvrir de Genêts, de Pins, de Genévriers et se transforment peu à peu en jachères forestières. Dans quelques cas on brûle sur pied la végétation spontanée qui est devenue maîtresse du terrain, et des sols ainsi améliorés on tire 2, 3 récoltes de Seigle ou d'Avoine tous les 8-12 ans : c'est ce que l'on appelle l'*écobuage* ou *issartage*.

---

(1) R. MAIRE. La végétation de la Lorraine (*Bull. Soc. Bot. de France*, 1908, p. LXVII).

(2) Le minimum observé en 1911 a été de — 16° à St-Chely-d'Apcher (alt. 1005 m.) ; en février 1912, on a enregistré — 17° dans la même station (cf. *Bull. Soc. Agric. de la Lozère*, 1912-1913).

Pendant l'hiver rigoureux de 1913-1914, la température est tombée à — 20° à Nasbinals et à — 25° à Anglard de St-Flour (Cantal).

(3) On rencontre par places dans la campagne des Hêtres plusieurs fois centenaires qui ont échappé à la cognée des bûcherons, ce sont des témoins du temps passé, les derniers vestiges des forêts qui couvraient jadis tout le territoire lozérien.

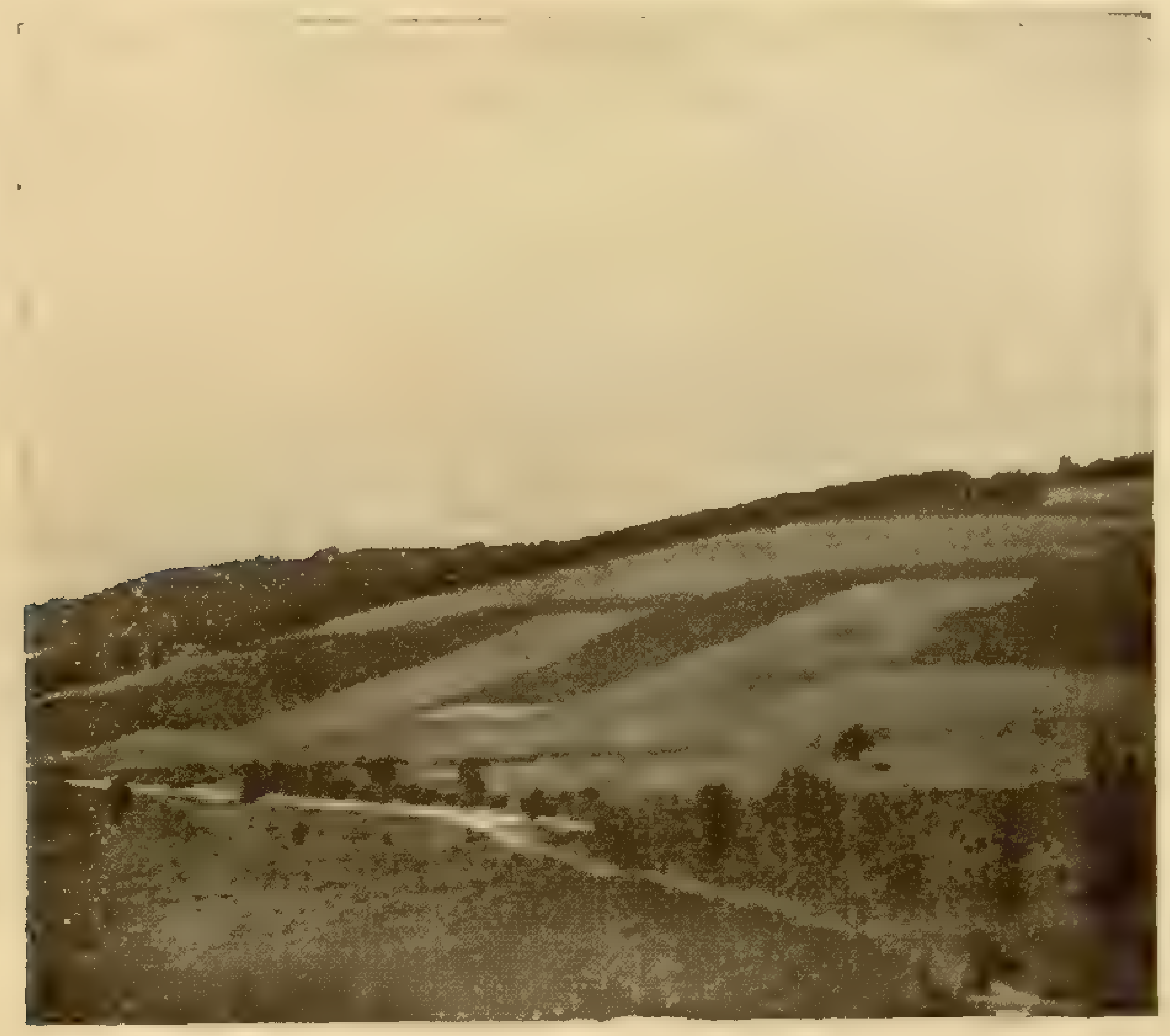


Fig. 1. — **Jachères forestières et landes près des Estrets** (Lozère).

Certains sols sont, en dépit des efforts de l'homme, impropres à toute culture, ils constituent alors des landes envahies par les Genêts et les Bruyères.

Les principaux facteurs écologiques étant définis, voyons maintenant comment sont distribuées les espèces végétales. Il est fort difficile en géographie botanique d'établir des catégories de plantes qui soient bien tranchées : en effet, comme l'a dit très judicieusement le regretté Géneau de Lamarlière : « la plante est douée d'un certain opportunisme dans ses exigences et ses facultés d'adaptation ne laissent pas de causer des surprises et des déceptions aux observateurs trop désireux de listes mathématiquement établies » (1)

---

(1) E. Cord, Etude géologique et agricole sur le département de la Lozère. Paris, 1899.

J. Bessodis, Une exploitation agricole sur l'Aubrac lozérien (*Bull. Soc. Agr. Ind. Sc. et Arts de la Lozère,* 1912).

Dans la Lozère, en particulier, les plantations et les défrichements, la transformation des bois en prairies ou en champs de culture ont créé, en bien des points, une flore pour ainsi dire factice composée de plantes introduites qui sont venues supplanter des plantes indigènes.

On rencontre peu d'associations végétales qui n'ont pas été troublées par l'homme. D'autre part, un habitat passe rarement d'une façon soudaine à un autre, il y a toujours une transition plus ou moins graduelle (2).

Ces réserves étant faites, je distinguerai dans le domaine floral du Gévaudan granitique quatre types de végétation. Ces groupes *physionomiques* (3) sont les prairies, les bois, les lieux incultes et les cultures.

(A suivre.)

---

(1) G. de Lamarlière. Le Soissonnais (*Flore xérophile de la Marne*, Reims, 1900).

(2) J. Bevis et H. Jeffery. British plants, their biology and ecology, p. 224, London, 1911.

(3) J. Bevis et H. Jeffery. *Loc. cit.*, p. 223.

BIOLOGIE FLORALE
DE QUELQUES
OMBELLIFÈRES NORD-AFRICAINES

par M. G. NICOLAS

A côté des espèces polygames qui, d'après Darwin, se rencontrent à la fois sous les formes hermaphrodite, mâle et femelle, il en est d'autres qui ne présentent, à côté des fleurs hermaphrodites, qu'une seule sorte d'éléments unisexués, mâles ou femelles. Darwin a ainsi distingué, suivant l'existence des deux types de fleurs sur les mêmes individus ou sur des individus différents, la gynomonœcie et la gynodiœcie, l'andromonœcie et l'androdiœcie ; dans le premier cas, il existe simultanément des fleurs hermaphrodites et des fleurs femelles, dans le deuxième, des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles.

L'andromonœcie, caractérisée, comme il vient d'être indiqué, par la présence sur la même plante de fleurs hermaphrodites et de fleurs mâles, excessivement rare dans le règne végétal est, au contraire, très fréquente chez les Ombellifères, où elle est beaucoup plus répandue que l'hermaphroditisme. Ainsi, d'après Lœw, sur 66 Ombellifères européennes, 16 seulement sont exclusivement hermaphrodites et plus de 40 sont andromonoïques. Nous ne savons à peu près rien sur les causes de la fréquence de l'andromonœcie chez les Ombellifères, si ce n'est que le mode de répartition des sexes semble dépendre de la distribution géographique. Ainsi, la même espèce peut se trouver sous la forme hermaphrodite dans une région et sous la forme mâle ou andromonoïque dans une autre ; c'est le cas, d'après Burck, du *Sium latifolium*, andromonoïque dans l'Europe centrale, hermaphrodite en Hollande seulement et mâle aux environs de Halle. Des observations du même genre ont été faites sur d'autres espèces (*Pimpinella magna*, *Æthusa Cynapium*, *Daucus Carota*).

Pénétré de cette idée que la distribution géographique exerce une influence sur la répartition des sexes par les variations qu'elle est susceptible de provoquer dans les valeurs d'un facteur essentiel en biologie végétale, de la pression osmotique, j'avais entrepris une étude générale sur la biologie florale des Ombellifères du Nord de l'Afrique, vaste région où les conditions climatiques très variées pouvaient laisser espérer des observations intéressantes. Obligé d'interrompre ce travail par suite de mon éloignement d'Alger, j'ai cru cependant utile de publier les observations faites sur quelques espèces. Cette œuvre, outre l'intérêt qu'elle présentait pour l'Afrique du Nord par son originalité, aurait peut-être, grâce à des observations nombreuses, précises, aidées souvent de l'expérimentation, apporté un peu de lumière dans la question si passionnante, mais encore si obscure, de la répartition des sexes, notamment sur les causes de la fréquence de l'andromonœcie chez les Ombellifères. Je souhaite qu'elle tente un naturaliste de la jeune et florissante Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord.

Scandix Pecten-Veneris L.

Les observations que j'ai faites sur de nombreux individus recueillis dans différentes stations des environs d'Alger et sur quelques échantillons d'herbier de provenances diverses (Bône, Boghar, Tiaret) montrent que le *Scandix Pecten-Veneris* existe, en Algérie, sous la forme andromonoïque (1). Les ombelles terminant la tige principale et ses ramifications comprennent des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles ; ces fleurs hermaphrodites, dont les corolles irrégulières sont plus grandes que celles des fleurs mâles, ne constituent jamais à elles seules d'inflorescences ; les ombelles latérales, prenant naissance au même niveau que les terminales ou un peu au-dessous de celles-ci, ne portent que des fleurs mâles ; les fleurs mâles sont plus nombreuses que les fleurs hermaphrodites.

---

(1) Nicolas. Biologie florale du *Scandix Pecten-Veneris* (*Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, t. IX, pp. 85-87, 1918).

La répartition des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles est régulière dans cette espèce et obéit aux règles généralement observées chez les Ombellifères, chez lesquelles les fleurs hermaphrodites se trouvent toujours au sommet de l'axe d'inflorescence, occupent, par conséquent, la place la plus favorable au point de vue de la nutrition ; quand celle-ci se ralentit, vers la fin de la végétation, les fleurs mâles dominent de plus en plus.

D'après l'examen d'échantillons d'herbier, deux autres espèces d'Algérie, le *Scandix pinnatifida* Vent. et le *Sc. australis* L., sont également andromonoïques.

***Ptychotis ammoides* Koch.**

Cette espèce, caractérisée par le dimorphisme des bractées de l'involucre (2 en forme de spathule, 3 autres sétacées plus courtes), est hermaphrodite chez tous les individus étudiés provenant de différentes stations des environs d'Alger.

***Hippomarathrum pterochlænum* Boissier.**

Cette espèce, récoltée au Jardin de l'Université et en divers endroits du Sahel d'Alger, est andromonoïque. Les ombelles terminant l'axe principal ou les axes secondaires comprennent des fleurs hermaphrodites mélangées à des fleurs mâles ; les axes tertiaires prenant naissance sur les précédents ne portent que des fleurs mâles. Celles-ci sont beaucoup plus nombreuses que les fleurs hermaphrodites ; ainsi, dans l'ombelle principale, j'ai compté 40 fleurs hermaphrodites et 34 mâles et, dans les ombelles terminant les trois axes secondaires prenant naissance un peu au-dessous de la précédente, 18, 20 et 19 hermaphrodites, 58, 72 et 56 mâles ; sur chaque axe secondaire naissent deux axes tertiaires terminés par des fleurs mâles exclusivement (28, 56, 30, 37, 35, 42), ce qui fait pour l'ensemble : 97 fleurs hermaphrodites et 448 fleurs mâles.

La répartition est encore ici très régulière, comme chez le *Scandix*.

***Conium maculatum* L.**

Comme en Europe, cette espèce existe, en Algérie, sous la forme hermaphrodite.

Ferula communis L., *Ferula sulcata* Desf.

Ces deux espèces, recueillies dans différentes stations des environs d'Alger, sont andromonoïques. Leur tige principale se termine par une ombelle de fleurs exclusivement hermaphrodites ; elle donne naissance à des axes secondaires dont l'extrémité est occupée par des ombelles de fleurs hermaphrodites et mâles, tandis que les ramifications tertiaires qui naissent sur les précédentes ne portent que des fleurs mâles ; celles-ci sont plus nombreuses que les fleurs hermaphrodites.

La répartition des deux sortes de fleurs est, ici, plus régulière encore que dans le *Scandix* et l'*Hippomarathrum*, car les fleurs hermaphrodites existent seules dans l'ombelle principale sans y être mélangées à des fleurs mâles.

Torilis nodosa Gaertner. *Torilis neglecta* Rœmer et Schultes.

Ces deux espèces sont hermaphrodites en Algérie.

Daucus setifolius Desf.

La tige principale se termine par une ombelle comprenant des fleurs hermaphrodites et des fleurs mâles ; toutes les autres ombelles portent exclusivement des fleurs mâles, qui sont beaucoup plus nombreuses que les fleurs hermaphrodites. Les individus étudiés, andromonoïques, provenaient du Jardin de l'Université.

Daucus aureus Desf.

Les plantes, récoltées dans différentes stations des environs d'Alger, existent sous la forme hermaphrodite.

Il résulte de ces quelques observations qu'il y a lieu d'ajouter aux 16 espèces européennes indiquées par Lœw comme exclusivement hermaphrodites, 4 autres espèces, 2 spéciales à l'Afrique du Nord (*Torilis neglecta*, *Daucus aureus*) et 2 autres appartenant également à la flore française (*Ptychotis ammoides*, *Torilis nodosa*).

Il est curieux de noter que, dans le même genre, le *Daucus setifolius* est andromonoïque, tandis que le *D. aureus* est hermaphrodite.

Dans les différents exemples d'andromonœcie, les fleurs hermaphrodites sont toujours localisées au sommet des tiges principales et secondaires ; elles y existent seules (ombelle principale des *Ferula communis* et *F. sulcata)*, ou mélangées à des fleurs mâles (ombelles principales et secondaires des *Scandix Pecten-Veneris*, *Hippomarathrum pterochlænum ;* ombelles principales du *Daucus setifolius ;* ombelles secondaires des *Ferula communis* et *sulcata).*

Les fleurs mâles, plus nombreuses que les fleurs hermaphrodites, se rencontrent, soit mélangées à celles-ci, soit seules dans les ombelles secondaires *(Daucus setifolius)* et tertiaires.

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

DUFRÉNOY. — **Les conditions écologiques du développement des Champignons parasites.** *(Bulletin de la Société mycologique de France.* Vol. XXXIV, 1918, p. 8).

L'auteur a pris pour exemple la vallée de Barèges et il commence par donner une liste de Champignons parasites récoltés de juillet à octobre entre 1200 et 2000 mètres d'altitude. Cette liste contient essentiellement des Urédinées et des Ustilaginées. L'auteur constate que cinq cas peuvent se présenter :

1° La maladie existe à toute altitude avec la même intensité, partout où l'hôte existe. Ex. : *Cronartium asclepiadeum* sur le Daphne Vénus.

2° La maladie, signalée comme commune en plaine, manque sur les plantes correspondantes de la vallée de Barèges. Ex. : les Pommes de terre très éprouvées en plaine sont indemnes à Barèges.

3° La maladie existe dans le fond de la vallée seulement. Ex. : Des rouilles des Menthes, du Tussilage, n'existent que sur les bords du Gave.

4° La maladie sévit plus gravement aux altitudes élevées. Ex. : Le *blanc* du Chêne, presque inoffensif à 1200-1400 m., mortifie les taillis des boisements élevés (1700-1900 m.)

5° La maladie n'apparait qu'aux altitudes élevées. Ex. : Les *Rhododendron hirsutum* et *ferrugineum* sont absolument sains en bas de la forêt du Lienz (1300 m.) ; des taches de *Chrysomyxa Rhododendi* apparaissent au plateau de Lienz (1400m.), et plus haut la maladie plus nocive dépouille les Rhododendrons de toutes leurs feuilles basses.

Quelle peut être la cause qui fait jouer un rôle à l'altitude ? Ce pourrait être la radiation lumineuse, la température, l'humidité, la pression atmosphérique. Pour l'auteur, c'est essentiellement la *lumière :* « l'ombre, dit-il, favorise beaucoup plus le développement de la rouille que la grande humidité. »

Il y aurait peut-être là sujet à discussion, et surtout à expériences précises. Que de cas en effet, l'on connaît où l'humidité joue un grand rôle dans le développement des Champignons !

L'auteur termine par quelques considérations biologiques sur les Associations de Champignons et les relations de divers Insectes avec les Champignons.

Léon DUFOUR

W.-C. Coker. — **The *Hydnums* of North Carolina** (*Journal of the Elisha Mitchell scientific Society*; Vol. XXXIV, 1919, p. 163).

W.-C. Coker. — ***Craterellus, Cantharellus,* and related genera in North Carolina; with a key to the genera of Gill Fungi** (*Id.*, Vol. XXXV, 1919, p. 24).

J'ai rendu compte, l'an dernier, de travaux parus dans le Journal de la principale Société scientifique de la Caroline du Nord, sur les genres *Amanita, Lactarius, Russula.* Je vais aujourd'hui résumer de nouveaux Mémoires dus ceux-ci, comme deux des précédents, au même savant Professeur et Mycologue, M. Coker.

Il s'agit d'abord du genre *Hydnum.* Nous entendons ce mot dans son sens large, car ce genre est assez vaste et contient des types assez différents pour mériter d'être subdivisé, comme on le fait depuis quelque temps déjà pour le vaste ancien genre *Polyporus,* comme on le fait depuis longtemps pour le genre plus vaste encore *Agaricus.* Mais si les mycologues sont d'accord sur la nécessité d'une division, l'accord cesse quand il s'agit d'effectuer le démembrement. En se plaçant à des points de vue différents, en donnant la prédominance à des caractères différents, on arrive évidemment à des résultats différents. Je n'entrerai pas dans la discussion de cette question et me bornerai à exposer la classification de l'auteur.

M. Coker distingue six genres :

Hydnum proprement dit : espèces charnues, à pied central, poussant à terre. Ex. : *H. repandum.*

Manina, correspond aux espèces tuberculeuses ou très rameuses dont les types sont l'*H. erinaceum* et l'*H. coralloides.*

Steccherinum comprenant des espèces à chapeau sessile et plus ou moins dimidié, fixé par le côté, ou à pied latéral. Ce type qui n'existe pas dans nos pays est représenté en Caroline du Nord par trois espèces.

Hydnellum et *Phellodon* : Types à consistance coriace. Je réunis ici les deux genres parce que le caractère qui les distingue, d'avoir le premier des spores verruqueuses et anguleuses, le second de les présenter épineuses ou papilleuses, me semble difficile à apprécier dans bien des cas. C'est d'ailleurs l'avis de l'auteur lui-même. Citons comme types français de ces genres *Hydnellum zonatum, velutinum ; Phellodon amicum.*

Hydrochæte type résupiné, plus ou moins en croûte sur le bois, dont une seule espèce est citée.

Pour l'ensemble de ces genres il y a 27 espèces dont 10 existent en France. La plupart sont représentées par une ou plusieurs planches noires ; il y a 25 de ces planches. Il y en a, en outre, une en couleurs représentant l'*Hydnellum floriforme,* plus trois planches donnant les spores de 22 espèces.

Le second Mémoire a pour objet les genres *Cantharellus, Craterellus* et genres voisins.

L'auteur a bien raison de rapprocher les deux genres *Cantharellus* et *Craterellus* que l'on range habituellement respectivement dans les familles des Agaricinées et des Théléphorées. Le port général, le mode de vie, etc., tout les rapproche et souvent des *Cantharellus* sont à peine plissés tandis qu'il y a des *Craterellus* dont l'hyménium présente des plissements non douteux. Une même espèce est souvent placée, suivant les auteurs, dans l'un ou l'autre de ces genres. Il y a d'ailleurs déjà longtemps que M. Patouillard a fait observer que la famille des Théléphorées n'était qu'un capharnaüm où l'on plaçait des formes très différentes, formes inférieures des types les plus variées : Agaricinées, Polyporées, etc.

L'auteur étudie donc les genres suivants :

Eomycenella : genre créé en 1902 par M. le Professeur Atkinson pour un très petit Champignon à lames peu marquées, à spores blanches, mais à hyménium diffluant rapidement comme chez les Coprins. Il n'y a qu'une espèce de ce genre trouvée dans la Caroline du Nord sur des feuilles en décomposition de *Rhododendron maximum*.

Trogia. — Une seule espèce *T. crispa*.

Nyctalis. — Une seule espèce *N. asterophora*.

Craterellus. — Sept espèces dont deux se trouvent aussi en France : *C. cornucopioides* et *C. lutescens* (souvent classé dans les *Cantharellus*).

Cantharellus. — Dix espèces dont nous citerons, comme étant également dans notre pays : *C. cibarius*, *aurantiacus*, *infundibuliformis*, *sinuosus*, *clavatus* (ces deux espèces considérées souvent comme des *Craterellus*), *muscigenus* et *retirugus* (ces deux dernières placées souvent dans un genre spécial détaché du genre *Cantharellus*, le genre *Dictyolus*).

Plicaturella, genre formé par les *Cantharellus* sans pied ou à pied très court et fixés latéralement sur le support. Une espèce : *P. olivacea*.

A ces espèces sont consacrées 15 planches noires très bien exécutées : une planche en couleurs représentant les *Canth. infundibuliformis*, *cinnaborinus* et *cibarius* et le *Crat. cornucopioides* ; une planche représentant des spores.

Il est à désirer que M. le Professeur Coker continue son travail qui, étendu à tous les genres de Champignons supérieurs, nous montrerait les progrès de nos connaissances sur la flore mycologique de la Caroline depuis les travaux de Schweinitz. L. Dufour

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Les années terribles de la guerre mondiale ont fortement éprouvé la science de la Botanique en Pologne. Nous avons à regretter 10 décès de Botanistes polonais. En voici la liste, où figurent en premier lieu les noms des Professeurs Raciborski et Janczewski :

Professeur Raciborski, Directeur de l'Institut botanique et du jardin botanique de Cracovie.

Professeur E. Janczewski, Directeur du Laboratoire d'Anatomie et de Physiologie végétale de Cracovie.

Professeur W. Rothert, d'abord Professeur à l'Université d'Odessa, et habitant ensuite Cracovie.

Professeur A. Rehman, Professeur émérite de Géographie à l'Université de Léopol.

Docteur H. Zapalowicz, Explorateur connu de la flore des monts Carpathes, auteur du *Conspectus Floræ Galiciæ criticus*.

Professeur E. Woloszczak, Professeur émérite à l'École polytechnique de Léopol.

Professeur Br. Blocki, Professeur émérite à l'École forestière de Léopol.

Professeur T. Ciesielski, Professeur à l'université de Léopol.

Docteur S. Fedorowicz.

Docteur A. J. Zmuda, Assistant au Jardin botanique de Cracovie.

Malgré ces pertes irrémédiables et malgré les grandes difficultés causées par un état de guerre prolongé, nous avons à noter depuis le recouvrement de l'indépendance le rapide établissement d'installations botaniques, les unes restituées à l'Etat polonais par les gouvernements ennemis, et réorganisées sous la direction de botanistes polonais, les autres nouvellement fondées ou en voie de l'être.

Les Instituts suivants font partie de la première catégorie :

A Varsovie, près l'Université :

L'Institut botanique et le Jardin botanique. Directeur : Professeur B. HRYNIEWIECKI.

L'Institut de Morphologie et d'Anatomie végétale. Directeur : Professeur Z. WOYCICKI.

L'Institut de Physiologie végétale. Directeur : professeur BASSALIK.

A Pulawy, l'Institut agricole expérimental, autrefois nommé par les Russes « Institut agronomique et forestier de Nowo-Alexandria. »

Nous y trouvons les botanistes suivants :

Le Professeur E. GODLEWSKI père, anciennement professeur à Cracovie.

Le Docteur TRZEBINSKI, Phytopatólogiste.

Le docteur KOTOWSKI, (hérédité et variation des végétaux).

A la seconde catégorie appartiennent les établissements suivants :

Un alpinarium fondé à Zacopane, monts Tatra, aux frais du Ministère de l'instruction publique, par l'initiative et sous la direction du Professeur SZAFER, dans le but de servir aux recherches expérimentales sur la flore alpine des Tatra, ainsi qu'à l'échange des semences. La direction locale en est confiée au Dr K. Stecki.

Une station pour l'étude de l'hérédité et des variations des végétaux, à Mory, près de Varsovie. Directeur : Docteur E. MALINOWSKI.

Les universités de Poznan et de Wilno, nouvellement créées, sont en train d'installer des laboratoires et des jardins botaniques. A Poznan, les cours de Botanique sont confiés aux professeurs Br. NIKLEWSKI et B. NAMYSLOWSKI, à Wilno, au professeur P. WISNIEWSKI.

La chaire de Botanique disponible par suite de la mort du Professeur RACIBORSKI est occupée par le Professeur W. SZAFER, autrefois Professeur à l'École supérieure forestière de Léopol. — celle du Professeur JANCZEWSKI par le docteur K. ROUPPERT. Le Professeur GODLEWSKI (père), professeur émérite, est remplacé à

Cracovie par le Docteur Vorbrodt, qui fut son assistant jusqu'à la dernière heure.

Des deux chaires de Botanique de l'Université de Léopol, l'une est occupée par le Professeur Krzemieniewski, tandis que l'autre est encore vacante.

Il faut aussi mentionner une institution qui, tout en n'étant pas purement scientifique, se trouve en relation avec la Botanique. C'est Le « Comité de Protection des Monuments de la Nature, » comité de l'État, constitué au cours de cette année. Ce comité fonctionne sous la présidence du Professeur Szafer et a pour secrétaire le Docteur S. Kulczynski ; il compte quatorze membres spécialistes.

⁂

M. Bois est nommé Professeur de Culture au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

⁂

M. A. Guillaumin est nommé Assistant de la chaire de Culture au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

⁂

M. P. H. Fritel est nommé Assistant de la chaire d'Organographie et de Physiologie végétale au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE
DE L'INFLUENCE TOXIQUE DES TERPÈNES A L'ÉGARD DE QUELQUES VÉGÉTAUX SUPÉRIEURS

par MM. Antoine **NEMEC** et François **STRANAK**

La pauvreté évidente de la flore des forêts de Conifères est due à l'influence toxique d'essences végétales qui renferment généralement des terpènes parmi leurs principes constituants. Ces substances nuisibles sont produites par les Conifères, surtout dans leurs feuilles : la chute les fait répandre sur le sol et dans l'air des forêts. Non seulement alors l'assimilation est ou entravée, ou tout à fait impossible sous les arbres très ombreux, mais le sol est intoxiqué par des terpènes qui empêchent le développement des végétaux. Le terrain, sous les arbres feuillus, par exemple sous les Chênes, reste dans de bonnes conditions, de sorte que la jeune végétation y réussit bien, tandis que dans un sol contenant les produits de dédoublement des feuilles de Conifères, les jeunes arbrisseaux de Pin eux-mêmes périssent bientôt.

L'influence toxique des vapeurs d'essences végétales et de leurs principes sur l'organisme des plantes est déjà connue depuis le commencement du siècle dernier. De Candolle a décrit les principales modifications extérieures de cette intoxication : formation de taches brunes et dépérissement des végétaux supérieurs verts. Ces importantes modifications prouvent que les vapeurs d'essences végétales doivent pénétrer jusqu'au protoplasme. Les recherches de Heller et de Koch ont montré que les vapeurs et les solutions entrent par les stomates dans les méats intercellulaires et sont absorbées par la membrane des cellules qui est pénétrée d'autant plus vite qu'elle est plus imbibée d'eau.

Les changements chimiques de la membrane cellulaire et du protoplasme, dus à l'action des terpènes, ne sont pas, jusqu'à présent, connus d'une façon précise. D'une part, une influence toxique fut reconnue dans l'ozonisation de l'oxygène aérien qui a lieu pendant l'évaporation des essences. Kryz soutient d'autre part une opinion tout à fait différente ; il prétend que la présence des terpènes dans le sol, par une expulsion successive de l'air du sol due aux vapeurs des terpènes, y détermine un manque d'oxygène, et, en conséquence, une accumulation d'acides organiques gras dans les sécrétions des racines par suite de la respiration anaérobie.

Malgré les nombreux travaux qui ont eu pour objet l'étude de l'influence toxique des terpènes, aucun expérimentateur n'a cherché à étudier les changements amenés dans la structure histologique des plantes attaquées ; cette étude nous a apporté des notions bien intéressantes, que nous avons prises comme bases pour essayer de pénétrer le sens des changements chimiques.

Ces modifications de la structure histologique paraissent surtout marquantes chez les plantes étiolées.

Nos expériences furent faites de telle manière que, dans un cylindre de vingt litres de volume, muni d'un couvercle hermétique, nous puissions placer des plantules de *Vicia Faba*, *Zea Mays*, *Lupinus luteus*, maintenues pendant quinze jours dans la solution nutritive de Knop. Les terpènes : menthol, terpinéol, pinène ou bornéol, se trouvaient dans une coupelle auprès de la culture. L'action toxique se manifesta au bout de 24 heures.

Chez les plantules étiolées de *Vicia Faba*, l'action des terpènes se manifeste extérieurement, au début par une formation de macules noires sur les feuilles, plus tard par un noircissement intense. Alors la tige commence à grisailler et à noircir, puis ensuite les parties situées immédiatement sous les feuilles, surtout sur l'épicotyle. Plus tard, la plante produit sur la tige une excrétion muqueuse qui donne une réaction nettement acide. La plante perd sa turgescence et s'affaisse. La ramification des racines est restreinte ; leur fragilité et leur apparence gluante est surtout caractéristique. La figure 1 montre le noircissement des feuilles et d'une partie de l'épicotyle et de la tige sous l'influence des vapeurs dégagées par 0, 05 g. de terpinéol, après 72 heures.

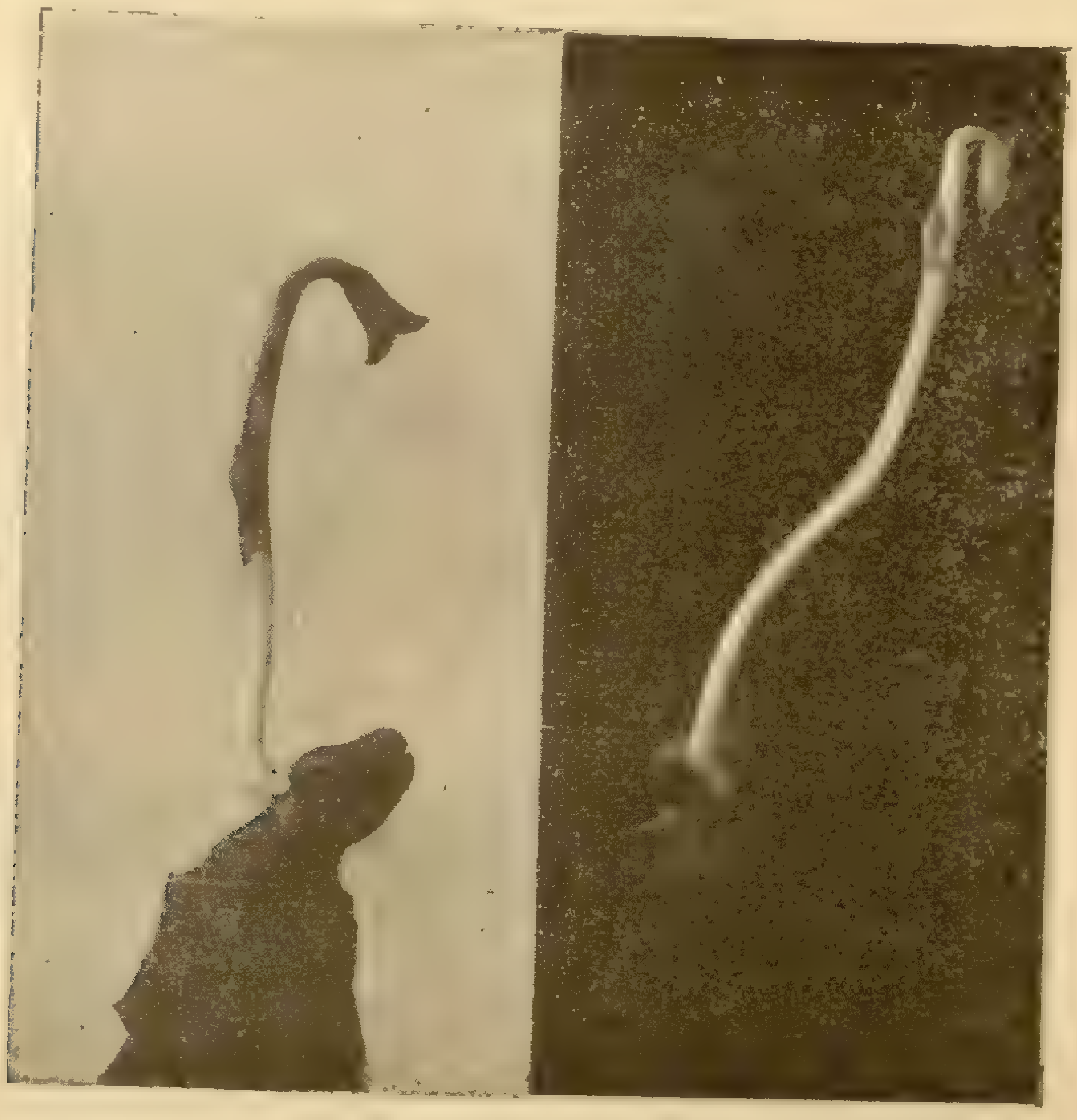


Fig. 1. — Influence des terpènes sur les plantules étiolées de *Vicia Faba*. A gauche, plantule ayant été soumise aux vapeurs de terpènes ; à droite, plantule témoin n'ayant pas été soumise à ces vapeurs.

Influence des terpènes sur la structure histologique.

En effectuant des recherches microscopiques sur des plantules d'expérience, nous avons examiné les changements survenus dans la structure histologique de la racine et de l'épicotyle : l'étude des parties noircies, et celle des parties ne présentant aucune modification extérieure et se trouvant au-dessus et au-dessous des parties attaquées ont donné les résultats suivants :

Une coupe de la partie noircie de l'épicotyle de *Vicia Faba* montre que le noircissement n'atteint que certaines régions du tissu cellulaire. La membrane se teint en noir d'une façon intense, tandis que la couleur du contenu cellulaire est à peine changée. Les méats intercellulaires sont restés intacts. Dans les parties internes, la coloration est localisée sur certaines régions des faisceaux, où elle n'affecte que la partie ligneuse (xylème) et les trachées, tandis que la partie libérienne (phloème) reste intacte. Le noircissement apparaît aussi dans les cellules du cambium, où ce changement atteint les cellules tannifères. Le brunissement ou même le noircissement atteignent tous les faisceaux à l'endroit de l'épicotyle qui est caractérisé extérieurement par un noircissement intense, et plus intense encore pour le faisceau périphérique que pour le faisceau central. Après une action de plus longue durée des vapeurs de terpènes, le brunissement apparaît aussi dans les cellules épidermiques et dans les régions placées au-dessous de l'épiderme ; cependant jamais l'intensité de la coloration ne parvient à égaler celle des faisceaux. Les phénomènes décrits ont été remarqués dans les parties extérieurement les plus atteintes. Plus loin, à la lisière de la partie noircie, l'intensité de la coloration des tissus s'affaiblit d'autant plus, mais même dans les parties qui ne présentent extérieurement aucun changement, les recherches microscopiques montrent toutes les caractéristiques de la coloration des faisceaux que nous venons de décrire.

Sur une coupe de la racine de la même plante, on voit que le noircissement atteint de nouveau le faisceau radial. La coloration est localisée, au début de l'action des vapeurs, sur le xylème et sur l'endoderme, plus tard le brunissement se répand aussi sur l'épiblème et enfin atteint la couche des cellules voisines de l'épiblème. Ce qui frappe surtout, c'est la dégénérescence des radicelles qui, ou ne se forment guère, ou se forment en quantité très réduite. L'action des terpènes provoque aussi sur la coiffe de la racine certaines modifications : le calyptrogène est puissamment développé, en conséquence, la racine obtient une plus grande protection mécanique contre les actions extérieures.

La microphotographie reproduite dans la planche 9 (en haut) représente l'action des vapeurs de terpènes sur la tige ; celle que reproduit la planche 10 (en haut) montre l'action de ces vapeurs sur la racine. On voit que les poils absorbants normalement développés dans la plantule étiolée saine (planche 10, en bas) manquent dans la plantule intoxiquée. La microphotographie reproduite dans la planche 9, en bas, représente la coupe de l'épicotyle d'une plantule étiolée saine de *Vicia Faba*.

Les plantules vertes montrent une résistance bien différente de celle des plantules étiolées.

L'intoxication se manifeste, par exemple, chez le *Zea Mays*, d'abord par la formation de taches brunes, plus tard par le brunissement total des feuilles et par la production de gouttes dont la réaction est nettement acide. Puis vient la perte de la turgescence et la plante périt.

Dans la plantule verte de *Vicia Faba* se forment d'abord des macules noires ; plus tard, la feuille entière se teint en noir. Les racines ont une apparence visqueuse, la ramification est peu considérable et très fragile.

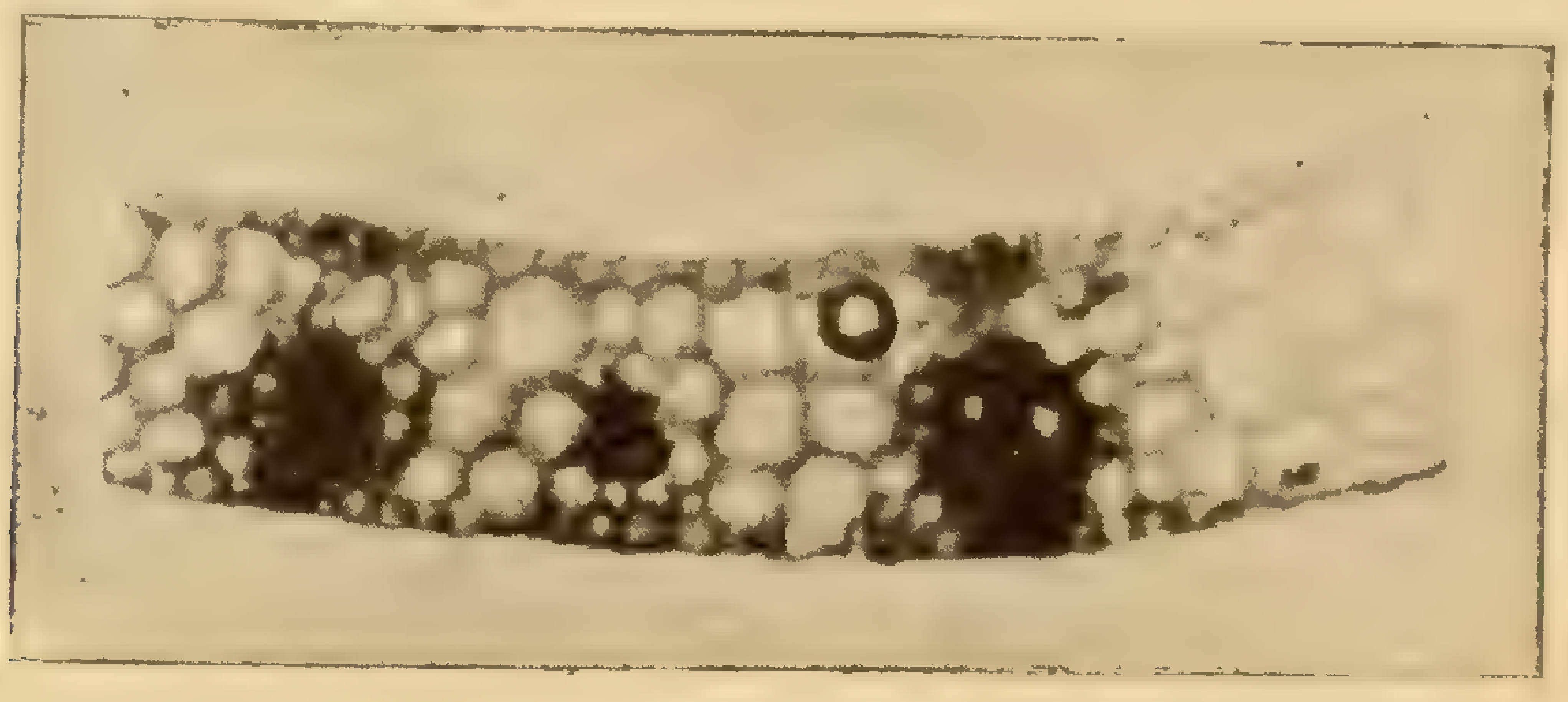


Fig. 2. — Coupe transversale de feuille verte de *Zea Mays* ayant été soumise aux vapeurs de terpènes.

Les changements dans la structure histologique sur une coupe de la tige de *Zea Mays* se traduisent par le brunissement du xylème des faisceaux et de la couche des cellules épidermiques. Plus tard, l'action des vapeurs produit l'abaissement de la turgescence non seulement dans la région des faisceaux, mais encore dans les cellules du tissu restant.

Sur une coupe de l'épicotyle de *Vicia Faba*, nous avons remarqué des phénomènes semblables à ceux qui existent chez la plante étiolée. Cependant, le brunissement n'y affecte d'abord que les trachées, tandis que les autres tissus restent intacts, et ce n'est qu'après une action de plus longue durée qu'ils subissent un brunissement faible, la turgescence s'abaisse, la plantule s'affaisse et périt. Remarquons que les tissus épidermiques sont intacts et que les grains de chlorophylle se trouvant sous l'épiderme ne souffrent aucun dommage.

Quant aux changements survenus dans la structure histologique de la racine, nous avons constaté les mêmes modifications que chez les plantules étiolées, c'est-à-dire la coloration des trachées dans la partie ligneuse du faisceau, de l'endoderme, ainsi que de l'épiblème et de quelques couches cellulaires sous l'épiderme. La figure 2 donne une microphotographie de la coupe transversale d'une feuille verte de *Zea Mays*, où les faisceaux sont brunis par les terpènes.

Quant aux résultats de nos recherches sur les changements chimiques dus aux terpènes, ils seront publiés dans une note ultérieure.

Ecole Polytechnique Tchéco-slovaque de Prague.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

De Candolle. — *Mémoires sur la famille des Ombellifères*, 1829, p. 11.
De Candolle. — *Physiologie végétale*, 1832, T. 3, p. 1347.
Heller. — *Flora*, 93, 1904, I.
Koch — *Centralbl. Bakteriol*, 41, 1914, p. 545.
Kryz. — *Zeitschr. Pflanzenkrankheit*, 21, 1911, p. 199.

L'INULASE DU TOPINAMBOUR

par M. H. COLIN.

Green (1), le premier, a signalé la présence, dans le tubercule de Topinambour, au moment de la germination, d'un ferment soluble capable de convertir l'inuline en sucre réducteur. Il n'est pas sans intérêt de rappeler les considérations qui ont amené l'auteur anglais à soupçonner l'existence de cet enzyme.

« Les changements chimiques des matières de réserve qui se produisent pendant la germination ont été, dans bien des cas, remarque-t-il, attribués à l'action de ferments non organisés. En est-il ainsi dans le cas de l'inuline ? » Sachs, quelques années auparavant, avait répondu par l'affirmative, en émettant timidement l'idée que la diastase du Topinambour pourrait bien être identique à l'invertine.

Tel n'est pas l'avis de Green ; persuadé que la réserve hydrocarbonée du tubercule est composée essentiellement d'inuline, il ne songe qu'à découvrir, dans la pulpe, l'enzyme spécifique capable de saccharifier l'inuline. Son raisonnement est simple : si l'on examine la jeune plante de Topinambour, dit-il, on voit que, tandis que les tubercules contiennent de l'inuline, la partie aérienne renferme une grande quantité de sucre ; or, on sait que l'inuline peut être transformée en sucre ; il est donc possible que le sucre présent dans la plante provienne de l'inuline ; cette transformation ne saurait être attribuée à la faible acidité du suc des tubercules, elle doit donc être le fait d'un ferment spécial.

Si rationnelles que paraissent les vues de notre esprit, elles ne cadrent pas nécessairement avec les données de la nature. Pour mettre en évidence le ferment spécifique de l'inuline, Green choisit précisément l'époque où l'inuline est moins abondante à l'intérieur du tubercule de Topinambour. En effet, durant la période de repos qui commence dès la fin de septembre, il se produit, dans le tubercule, un véritable phénomène de maturation ; l'inuline fait place à des lévulosanes moins lévogyres et plus riches en glucose ; en outre, il se forme du sucre cristallisable en proportion plus que suffisante pour neutraliser optiquement l'inuline et ses satellites ; il en résulte que le pouvoir rotatoire direct du suc, égal, en septembre, à — 20 environ, se rapproche peu à peu de 0 et finalement devient positif. Dès le mois de février, ce changement est accompli (1).

---

(1) GREEN. (*Annals of Botany*, t. I, p. 223, 1888).

Indépendamment de l'examen optique des sucs, il existe un moyen très simple d'évaluer la quantité d'inuline non encore transformée, en recourant à la méthode biochimique. L'inuline proprement dite est absolument rebelle à l'action de la sucrase de levure ; le saccharose et les lévulosanes de faible poids moléculaire sont hydrolysés. Si donc on additionne d'invertine le suc d'expression, préalablement porté à l'ébullition, tous les polyoses tributaires de l'enzyme sont attaqués, à l'exclusion de l'inuline, en comprenant sous le nom d'inuline les principes lévogyres que respecte l'invertine. En établissant ainsi, durant la période hivernale, le rapport du poids des polyoses hydrolysés par la sucrase au poids de l'inuline, on constate que l'inuline qui, en septembre, forme à elle seule 70 °/₀ de la réserve totale, n'en représente plus que les 15 centièmes en mars.

Il est évident que Green ne s'est pas rendu compte de la nature des polyoses que renferme le Topinambour en voie de germination, sans quoi, il eût été frappé de l'infime quantité d'inuline que l'on peut retirer des tubercules âgés, d'ailleurs passablement riches en hydrates de carbone. Cependant, à l'époque où l'auteur anglais fit ses recherches, les travaux de Dubrunfaut (2) étaient déjà anciens ; on ne pouvait ignorer les transformations profondes que subit l'inuline et la présence du saccharose dans la pulpe du tubercule devait être considérée comme démontrée ; bien plus, il était question de différents autres produits qu'on appelait lévuline, synanthérine ou synanthrose et qui n'étaient, comme l'a démontré Tanret, qu'un mélange de sucre cristallisable et de lévulosanes faiblement lévogyres. Or ces diverses substances sont transformées, partiellement du moins, par l'invertine. Un esprit au courant de ces données eût soupçonné que le sucre réducteur présent dans la jeune plante pouvait provenir de l'hydrolyse du saccharose et des satellites de l'inuline.

---

(1) H. Colin (*Bull. Chim. Sucr. Distill.*, t. XXXVII, p. 123, 1919).

(2) Dubrunfaut. (*C. R. Ac. Sc.*, t. LXIV, p. 764, 1867).

Sachs ne se méprenait donc pas en trouvant que le ferment des tubercules de Topinambour ressemblait à l'invertine ; c'est bien en effet la sucrase principalement qui opère au moment de la germination. Malheureusement, il entendait affirmer par là que l'enzyme actif sur l'inuline n'est autre que l'invertine, ce qui est inexact. Green, de son côté, à qui revient le mérite d'avoir attribué l'hydrolyse de l'inuline à un ferment spécial, distinct de l'invertine, était guidé, dans ses recherches, par cette idée erronée que l'inulase doit jouer un rôle essentiel dans le tubercule, pendant la germination.

Le savant anglais s'adressait à des tubercules en voie de bourgeonnement. La pulpe, devenue spongieuse, était traitée par la glycérine pour en extraire l'enzyme sans toucher à l'inuline ; l'extrait glycériné était ensuite soumis à la dialyse et la bouillie dialysée additionnée d'inuline; après deux ou trois jours, on constatait une augmentation considérable du pouvoir réducteur ; rien de semblable ne se produisait dans les extraits préalablement portés à l'ébullition.

Dès qu'on tente de répéter les expériences de Green, on est surpris du temps que met l'inuline à se transformer en réducteur, alors que, dans les recherches de l'auteur, une bonne partie du produit est déjà dégradée au bout de 48 heures. Que l'on prenne comme source de ferment l'extrait glycériné ou la poudre fermentaire précipitée par l'alcool, que l'on s'adresse au suc d'expression ou à la pulpe elle-même, l'hydrolyse de l'inuline ne s'accomplit qu'avec lenteur.

Comment d'ailleurs pourrait-on retirer du tubercule une inulase très active lorsque le suc d'expression abandonné à lui-même évolue si difficilement ?

Enrichit-on le suc en inuline ? Le plus souvent, la substance précipite avant d'avoir été hydrolysée.

Ces résultats n'ont pas été sans m'étonner au début de mes recherches ; j'étais alors sous l'impression des idées de Green ; après avoir répété plusieurs années de suite ces diverses expériences, j'ai acquis la conviction que le tubercule de Topinambour, même à l'époque du bourgeonnement, est une source *très médiocre* d'inulase.

Ce n'est qu'en expérimentant sur la pulpe elle-même réduite en bouillie que l'on observe sûrement l'hydrolyse de l'inuline. En opérant d'une façon rigoureusement comparable, on constate qu'après plusieurs semaines, les pulpes, abandonnées à elles-mêmes, ont un pouvoir réducteur plus élevé si, préalablement, on les a enrichies en inuline. Je me borne à la description d'une expérience typique et tellement simple qu'on la répète toujours avec succès. Dix grammes de pulpe râpée sont additionnés de $0^g,9$ d'inuline pure et de 20 cm^3 d'eau ; les témoins ne reçoivent que 20 cm^3 d'eau ; dans les uns, la pulpe est intacte, dans les autres, elle a été soumise à l'action de la chaleur ; on abandonne à la température du laboratoire, en présence de toluène. Six semaines plus tard, on fait l'analyse. Les pulpes additionnées d'inuline fournissent, en moyenne, $2^g,2$ de réducteur ; il s'en faut de $0^g,5$ que l'hydrolyse soit totale ; dans les matras témoins, on ne trouve que $1^g,8$ de réducteur, l'hydrolyse est terminée ; le pouvoir réducteur direct des pulpes chauffées est insignifiant.

Il y a donc de l'inulase dans le tubercule de Topinambour ; que le ferment soit plus ou moins abondant, la question me paraîtrait de médiocre importance si l'interprétation des expériences de Green n'en dépendait. Comment l'auteur a-t-il pu affirmer que l'hydrolyse de l'inuline par le suc dialysé de Topinambour est obtenue en deux ou trois jours ? La pulpe elle-même additionnée d'inuline n'accomplit la transformation qu'en plusieurs semaines.

La dialyse n'a certes pas pour effet d'accroître la richesse du suc en inuline ; au contraire, l'extrait glycériné prend une grande quantité d'eau et les ferments qu'il possède se trouvent dilués d'autant.

Les tubercules sur lesquels ont porté les expériences de Green étaient-ils exceptionnellement riches en inulase ? L'inuline utilisée était-elle un produit impur souillé de principes hydrolysables par l'invertine ? Ou bien, ce qui est plus vraisemblable, la dialyse du suc d'expression était-elle incomplète ?

Lorsqu'on traite par la glycérine la pulpe des tubercules, en vue d'en extraire les ferments, la solution aqueuse de glycérine entraîne en outre du réducteur, le sucre cristallisable, la synanthrine et même des principes inuliniques; je m'en suis rendu compte en soumettant l'extrait à la dialyse en sacs de collodion très perméables et étudiant les produits qui diffusent dans le liquide extérieur. Les diastases du tubercule, l'invertine en particulier, passent également dans la glycérine. Il est clair, dès lors, que l'extrait glycériné peut s'enrichir spontanement en réducteur, non seulement du fait de l'action de l'inulase sur l'inuline, mais également à la suite de l'hydrolyse du saccharose et de la synanthrine par la sucrase.

Supposons la dialyse imparfaitement accomplie. On porte à l'ébullition une partie de l'extrait, l'autre restant intacte et on les additionne toutes deux d'inuline. Le pouvoir réducteur ne variera pas dans l'extrait chauffé; il augmentera dans l'extrait enrichi en inuline, mais ce n'est pas là une preuve décisive de l'hydrolyse de l'inuline, si le suc renferme encore du saccharose ou de la synanthrine.

Il manque, dans toutes les expériences de Green, un témoin établissant que la dialyse du suc est parfaite, c'est-à-dire que les extraits dialysés qui n'ont été ni chauffés ni additionnés d'inuline ne manifestent plus, ultérieurement, aucune propriété réductrice.

Ce qui rend particulièrement difficile l'interprétation des résultats de l'auteur, c'est l'absence presque complète de données précises : pas de dosage des hydrates de carbone au cours de la dialyse; aucune description du dialyseur dont on ignore les caractéristiques de diffusion; on ne sait pas à quelle température se poursuivait l'opération, ni combien de temps elle durait, ni de quelle manière on se mettait à l'abri des actions microbiennes; tout ce que nous apprend Green, c'est qu'il continuait la dialyse jusqu'au moment où l'on ne pouvait plus constater de réduction de la liqueur de Fehling; il mélangeait alors 10 cm³ d'extrait dialysé et 15 cm³ de solution d'inuline; après quelques jours, le pouvoir réducteur était considérable; dans une autre expérience, 40 cm³ de solution d'inuline à 1 °/₀ étaient additionnés de 5 cm³ d'extrait dialysé et enfermés dans une membrane semi-perméable; deux jours plus tard, on trouvait du réducteur dans le liquide extérieur et, corrélativement, l'inuline avait diminué.

Ces recherches, on le voit, ont un caractère purement qualitatif. Il serait injuste d'en faire un reproche à l'auteur. Les méthodes de travail d'alors manquaient parfois de rigueur et surtout, les données concernant l'action spécifique des enzymes étaient très insuffisantes. En 1888, Green pouvait se demander si le ferment actif sur l'inuline était identique à la diastase du malt ; il fit une série d'expériences pour établir que le suc de Topinambour est incapable d'hydrolyser l'amidon. Il était hanté, d'ailleurs, par l'idée d'un parallélisme entre l'amidon et l'inuline ; la dégradation diastasique de l'amidon s'effectue avec formation transitoire de dextrine ; il trouvera de même un produit intermédiaire entre l'inuline et le sucre réducteur. Ce corps est plus soluble dans l'eau que l'inuline proprement dite et dialyse plus vite qu'elle ; il est soluble dans l'alcool à 65° mais précipite par l'alcool à 82°. Depuis lors, un grand nombre d'auteurs se sont mis à la recherche du produit intermédiaire aperçu par Green. Quelques-uns ont voulu l'identifier avec l'inuloïde de Popp ou la lévuline de Draggendorff. Tanret (1) a démontré que ces corps n'étaient pas des composés définis : l'inuloïde s'est résolue en pseudo-inuline et inulénine et la lévuline n'était qu'un mélange complexe de saccharose et de diverses lévulosanes. On pourrait songer à l'inulénine, à l'hélianthénine qui, solubles à froid dans l'alcool à 65°, la dernière surtout, précipitent par l'alcool à 82°. Ne voit-on pas, d'ailleurs, ces principes se former dans le tubercule, pendant la période de repos, aux dépens de l'inuline ?

Il est facile de savoir si l'inuline, en se dégradant sous l'action de l'inulase, passe par un stade inulénine ou hélianthénine ; il suffit d'étudier les produits d'hydrolyse. L'inuline proprement dite, traitée par les acides étendus, livre un mélange de glucose et de lévulose dont le pouvoir rotatoire, à 22°, est égal à — 81 ; dans les mêmes conditions, l'hélianthénine donne quatre fois plus de glucose et le pouvoir rotatoire du mélange est voisin de — 63. Si donc l'hélianthénine, par exemple, est le produit intermédiaire entre l'inuline et le réducteur, on doit obtenir, au terme de la dégradation diastasique de l'inuline, les produits d'hydrolyse de l'hélanthénine elle-même.

J'ai longtemps cherché dans cette voie ; il était séduisant, en effet, de penser que la transformation de l'inuline en ses satellites, commencée lentement dans la pulpe, s'achève plus vite dans le suc d'expression, en raison du mélange intime des ferments et des hydrates de carbone et qu'en définitive, il n'y a qu'un seul mode de dégradation de l'inuline, celui dont le tubercule lui-même est le siège pendant la période hivernale. L'expérience m'a démontré que ces vues ne correspondent pas à la réalité.

---

(1) Tanret. (*Bull. Soc. chim.*, 3^me^ série, t. IX, p. 622, 1893).

La transformation de l'inuline en ses satellites ne se poursuit pas dans le suc d'expression, mais chacun des polyoses s'hydrolyse alors en donnant le même mélange de glucose et de lévulose qui résulterait du traitement par les acides. C'est donc en vain qu'on essaie d'observer une différence dans le pouvoir rotatoire suivant que l'hydrolyse a été effectuée rapidement au moyen des acides, tout de suite après l'expression du suc, ou lentement, au contraire, sous l'action des ferments solubles.

Plusieurs années, j'ai répété ces expériences dans les mois d'hiver, lorsque le jus de Topinambour est capable d'évoluer spontanément. L'inuline ne représente plus alors qu'une partie de la réserve hydrocarbonée totale, le 1/3 au maximum, quelquefois le 1/6 à peine (1), suivant le mode de conservation des tubercules. Cette proportion néanmoins serait encore largement suffisante pour entraîner une différence appréciable dans les pouvoirs rotatoires évalués après hydrolyse, si la dégradation diastasique et l'inversion acide suivaient des voies différentes.

D'ailleurs, il est facile d'enrichir artificiellement en inuline la pulpe finement broyée. On l'abandonne à l'action des ferments solubles qu'elle renferme. L'inuline finit par être hydrolysée *complètement* ; l'expérience est longue mais ne présente aucune difficulté. On détermine alors le pouvoir rotatoire final qui permet d'évaluer le rapport du glucose au lévulose dans le réducteur provenant de la dégradation de l'inuline et de ses satellites. La proportion de lévulose est toujours beaucoup plus forte quand la pulpe a été additionnée d'inuline. Rien de semblable ne se produirait si l'inuline subissait, dans le suc d'expression, les mêmes transformations que dans le tubercule intact ; le réducteur total serait *plus abondant* mais son pouvoir rotatoire et, par conséquent, sa composition seraient *identiques*.

Les résultats sont les mêmes lorsqu'on a recours à d'autres sources d'inuline. Dès 1893, Bourquelot (1) avait observé que l'inuline de l'*Atractylis gummifera*, hydrolysée par l'inulase de l'*Aspergillus niger* « se transforme presque en totalité en lévulose. » J'ai répété ces expériences en m'adressant aux liquides fermentaires de l'*Aspergillus niger* ou des Mucors de distillerie. Le pouvoir rotatoire du réducteur provenant de l'hydrolyse diastasique de l'inuline était constamment situé aux environs de — 81 à 20°, c'est-à-dire que l'on avait, en solution, les produits de dégradation de l'inuline elle-même et non pas ceux de l'hélianthénine ou de la synanthrine.

---

(1) Il s'agit du Topinambour ordinaire, renflé et anfractueux. La Maison de Vilmorin a mis récemment dans le commerce un tubercule allongé, moins irrégulier, dans lequel les transformations de l'inuline ne sont pas aussi profondes. Ce tubercule « *Fuseau* » provient d'un semis.

Aucun des satellites de l'inuline qui prennent naissance dans le tubercule de Topinambour ne peut donc être identifié avec le produit intermédiaire dont parle Green.

On devait s'attendre à cette conclusion étant donnée la composition respective de l'inuline et des gluco-lévulosanes qui l'accompagnent généralement chez les végétaux. Comment l'hélianthénine ou la synanthrine qui sont quatre ou cinq fois plus riches en glucose que l'inuline elle-même pourraient-elles provenir de cette dernière par *simple hydrolyse diastasique* ? Le propre d'une diastase hydrolysante est de fragmenter la molécule qu'elle attaque, sans provoquer aucune isomérisation.

On commettrait donc une confusion regrettable en affirmant, sans autre explication, que l'hélianthénine, la synanthrine..., etc. sont des produits de *dégradation diastasique* de l'inuline. Sans doute, la concentration de ces substances augmente dans le tubercule de Topinambour, à mesure que diminue la proportion d'inuline proprement dite, mais ces transformations s'accomplissent dans la pulpe elle-même, elles ne se poursuivent pas dans le suc d'expression ; nous sommes donc impuissants à les reproduire *in vitro* et, dès lors, comment les attribuer, avec certitude, à l'action d'un ferment soluble ? Le sucre cristallisable, lui aussi, est beaucoup plus abondant, à l'intérieur du tubercule de Topinambour, après la période hivernale ; nul doute qu'il ne se forme aux dépens de l'inuline et des autres lévulosanes, car le poids de la réserve hydrocarbonée totale ne subit pas de variation appréciable durant les mois d'hiver ; personne cependant ne voudrait prétendre que le sucre de canne présent dans le Topinambour dérive de l'inuline par hydrolyse diastasique.

---

(1) Bourquelot. (*C. R. Ac. Sc.*, t. CXVI, p. 1143, 1893).

Il arrive fréquemment que les racines ou les rhizomes soumis à la dessiccation s'enrichissent en saccharose ; Bourquelot (1) qui a signalé plusieurs faits de ce genre les compare à ceux que l'on observe pendant la maturation des fruits ; c'est dire que ces phénomènes sont complexes et ne peuvent s'interpréter par de simples réactions d'hydrolyse.

Les transformations qui s'opèrent dans le tubercule de Topinambour pendant la période de repos, quelle qu'en soit la cause, ont pour effet de mettre les jeunes pousses en présence d'une réserve abondante de sucre cristallisable et de lévulosanes faiblement lévogyres. C'est aux dépens de ces principes que s'organisent les bourgeons ; l'invertine joue donc, au moment de la germination, le rôle que Green attribuait à tort à l'inulase. Et, en effet, la pulpe spongieuse des tubercules examinés en mai-juin se montre incomparablement plus active sur le saccharose que sur l'inuline ; quant aux jeunes tiges, même dans la partie souterraine, elles sont complètement dépourvues d'inulase ; l'invertine, au contraire, y est plus abondante encore que dans le tubercule.

Devant ces données, il est difficile de s'en tenir aux idées de Green. Les actions fermentaires que le savant anglais rapporte à l'inulase sont, en réalité, le fait de l'invertine agissant sur le sucre cristallisable et, sans doute, sur certaines lévulosanes. Cette confusion a faussé nécessairement l'interprétation des expériences de Green ; en particulier, on est en droit de se demander si le produit intermédiaire qui, dans la pensée de l'auteur, devait provenir de l'action de l'inulase sur l'inuline n'était pas tout simplement un mélange de saccharose et de lévulosanes préexistant dans le suc et que la dialyse n'avait pas complètement éliminé.

---

(1) BOURQUELOT. (*Journ. de Pharm. et de Chim.* 16 février 1911).

ESQUISSE SUR LA VÉGÉTATION D'UN COIN DU GÉVAUDAN GRANITIQUE

par M. W. RUSSELL

(fin)

Prairies

Les prairies naturelles (prairies de fauche, pâturages, herbages) occupent tantôt les terres submersibles, tantôt les vallons recevant les eaux des hauteurs environnantes ; on les trouve aussi au flanc des coteaux ou sur les sommets, engazonnant et fixant les pentes qu'elles défendent contre le ravinement.

D'après leur situation ou leur régime on distingue les *prairies hautes* qui se rencontrent sur les sommets ou les pentes des collines ; les *prairies basses* qui se trouvent au voisinage des cours d'eau ou dans le fond des combes et les *prairies moyennes* qui occupent les situations intermédiaires (1).

La végétation varie suivant la pente du sol et la plus ou moins grande abondance des eaux.

Les prairies hautes ont une flore pauvre dont les éléments sont souvent empruntés aux terrains incultes qui les avoisinent : les Graminées aux feuilles ténues abondent et parmi elles le Nard (*Nardus stricta*) se fait remarquer par sa prédominance ; les autres plantes qui se rencontrent le plus communément sont : *Pimpinella Saxifraga*, *Thymus Chamædrys*, *Saxifraga granulata*, *Genista anglica*, *Jasione montana*, *Senecio adonidifolius*, *Lotus corniculatus*, *Euphrasia montana*, *Trifolium filiforme*, *Luzula campestris*, *Trifolium repens*,

---

(1) F. BERTHAULT. Les Prairies (Masson, édit.)

Orchis Morio, Galium verum, Silene inflata, Dianthus deltoides, Polygala vulgaris, Mœnchia erecta, Silene nutans, Centaurea Jacea, Plantago carinata, Poterium dictyocarpum, Genista pilosa, Genista sagittalis, Ononis repens (1).

Sur quelques pelouses arides on trouve çà et là : *Peucedanum Oreoselinum, Jasione perennis, Anarrhinum bellidinifolium, Calamagrostis silvatica, Asperula cynanchica, Anemone Pulsatilla* (var. *rubra)* et *Phalangium Liliago.*

Les prairies moyennes dont le sol est frais sans être trop humide fournissent les meilleurs fourrages.

Les Graminées dominantes sont : *Anthoxanthum odoratum, Bromus mollis, Holcus mollis, Poa pratensis, Avena elatior, Alopecurus pratensis, Cynosurus cristatus, Trisetum flavescens, Lolium perenne, Phleum pratense* et *Danthonia decumbens.* Le *Dactylis glomerata* ne se rencontre que dans quelques prairies artificielles.

Les plantes qui avec les Graminées constituent le fond de la végétation sont *Narcissus poeticus, Meum athamanticum, Ranunculus acris, Polygonum Bistorta, Orchis latifolia, Palimbia Chabræi, Ajuga reptans, Centaurea nigra, Scorzonera humilis, Knautia silvatica, Arnica montana, Leontodon hispidus.*

Parmi les espèces moins répandues, mais cependant communes en certains points il convient d'indiquer : *Gentiana lutea, Phyteuma nigra, Alchimilla vulgaris, Gentiana campestris, Anthriscus silvestris, Narcissus pseudo-Narcissus, Trollius europeus, Ranunculus bulbosus, Hieracium Auricula, Thesium alpinum, Viola sudetica, Heracleum Lecockii, Serratula tinctoria, Trifolium spadiceum, Orchis sambucina, Chærophyllum Villarsii, Colchicum autumnale* (2), *Œnanthe peucedanifolia et Carum Carvi.*

Les prairies basses souvent submergées pendant la mauvaise saison sont humides en tous temps : lorsque l'écoulement des eaux y est mal réglé ces prairies constituent des tourbières.

---

(1) Cette liste, comme toutes celles qui suivront, est dressée approximativement d'après les degrés de fréquence des individus et non suivant l'ordre systématique adopté par les floristes.

(2) Le *Colchicum autumnale* est peu abondant dans les terrains granitiques, mais en revanche, il pullule dans les sols argilo-sableux de St-Alban et du Malzieu. Le *Veratre,* commun dans l'Aubrac, est très rare dans la région que j'ai étudiée.

Le *Juncus effusus* et le *Juncus conglomeratus* règnent en maîtres : par places, cependant, la prépondérance appartient au *Juncus silvaticus*. Dans les prairies où l'humidité est modérée, le *Juncus squarrosus* se montre parfois en abondance, tandis que sur le sol mouvant des tourbières ce sont le *Juncus lamprocarpus* et le *Juncus supinus* qui dominent.

Avec les Jones vivent de nombreuses Cypéracées ; une espèce l'emporte de beaucoup sur les autres : c'est le *Carex ampullacea* ; après lui viennent *Carex vulgaris*, *Carex flava*, *Carex stellulata*, *Carex leporina*, *Carex vulpina*, *Carex panicea*, *Carex canescens*, etc. L'*Eriophorum angustifolium* est très répandu, mais ne domine que dans un petit nombre de localités.

Les Graminées sont surtout représentées par *Aira cœspitosa*, *Holcus lanatus*, *Glyceria fluitans*, *Alopecurus geniculatus*, *Agrostis canina et Molinia cœrulea* (1).

Les autres plantes qui caractérisent les formations tourbeuses sont : *Carum verticillatum*, *Parnassia palustris*, *Ranunculus Flammula*, *Myosotis palustris*, *Cardamine pratensis*, *Achillea Ptarmica*, *Scabiosa succisa*, *Cirsium palustre*, *Comarum palustre*, *Viola palustris*, *Epilobium tetragonum*, *Epilobium palustre*, *Galium palustre*, *Drosera rotundifolia*, *Pedicularis silvatica*, *Menyanthes trifoliata*, *Orchis Conopsea*, *Valeriana dioica*, *Gentiana Pneumonanthe*, *Sanguisorba officinalis*, *Caltha palustris*,, *Pedicularis palustris*, *Sedum villosum*, *Salix repens* et *Vaccinium Vitis-idea*.

Dans les rigoles qui sillonnent les prairies vivent *Montia fontana*, *Callitriche stagnalis*, *Ranunculus hederaceus*, *Veronica scutellata*, *Juncus buffonius*, *Juncus pygmeus* (2), *Stellaria uliginosa*, *Veronica Beccabunga*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Polygonum amphibium*, *Callitriche autumnalis*, *Nasturtium officinale*, *Scirpus setaceus*, *Ranunculus aquatilis*, *Sparganium simplex*, *Sparganium ramosum*, *Mentha viridis*, *Nasturtium silvestre*, etc.

Au voisinage des rivières et des ruisseaux, la flore des prairies s'enrichit de quelques plantes que l'on ne trouve qu'à titre exceptionnel dans les autres stations ; de ce nombre sont : *Baldingera arundinacea*, *Scirpus palustris*, *Mentha origanifolia*, *Valeriana officinalis*, *Scrofularia aquatica*, *Angelica silvestris*, *Lysimachia vulgaris*, *Lythrum Salicaria*, *Iris pseudacorus*, *Spirea Ulmaria*, *Polygonum Hydropiper*, *Scutellaria galericulata*, *Mentha undulata* (1), *Thalictrum aquilegifolium* (2).

---

(1) Le *Phragmites communis* fait complètement défaut.

(2) Diverses espèces de Jones sont fréquemment parasitées par un Psyllide : le *Livia Juncorum* (cf. HOUARD, *Catalogue des Zoocécidies d'Europe*) ; les feuilles atrophiées et serrées les unes contre les autres prennent une coloration roussâtre. La croyance populaire attribue à cette production gallaire les maladies qui déciment les bêtes ovines en dépaissance dans les pâtures tourbeuses.

Dans la vallée tourbeuse où serpente la Rimeize on trouve sur les rives du cours d'eau et dans les îlots rocheux qui parsèment son lit : *Aconitum Napellus*, *Geranium silvaticum*, *Doronicum austriacum*, *Epilobium spicatum*, *Geum rivale*, *Chrysoplenium oppositifolium*, *Wahlenbergia hederacea*, *Saxifraga stellaris*, *Galium boreale* (3) et *Myrrhis odorata*.

Les prés de Javols qu'arrose le Triboulin hébergent *Chærophyllum aureum*, *Trifolium campestre* et *Arabis auriculata*. Le Plantain moyen (*Plantago media*) et la Veronique Mouron (*Veronica Anagallis*) sont confinés dans les herbages de Saint-Alban et du Malzieu.

Les prairies des sols basaltiques, riches en chaux et en acide phosphorique, possèdent quelques plantes qui sont rares ou manquent ailleurs. La Luzerne cultivée *(Medicago sativa)* et le Trèfle des prés *(Trifolium pratense)* prospèrent dans les terres volcaniques alors qu'ils sont chétifs dans les sols granitiques non chaulés.

L'*Helianthemum vulgare* et aussi le *Genista sagittalis* ne sont des espèces dominantes que dans les terrains basaltiques.

Verbascum nigrum, *Malva moschata*, *Asperula cynanchica*, *Campanula glomerata*, *Anthyllis Vulneraria*, *Cirsium Eriophorum* et *Brunella grandiflora* préfèrent également les sols volcaniques.

L'*Ajuga genevensis* et le *Calamintha Acinos* sont cantonnés sur les terres basaltiques (4).

---

(1) *Mentha undulata* abonde sur les bords de la Truyère, près du pont des Estrets.

(2) *Thalictrum aquilegifolium* s'observe çà et là sur les bords de la Rimeize (Moulin de Beauregard) et les bords de la Truyère.

(3) *Galium boreale* est localisé au Rouchat (commune de Rimeize).

(4) Certaines plantes banales des prairies de la France tempérée sont rares ou paraissent même faire complètement défaut : *Barkhausia taraxacifolia* et *Bellis perennis* ne se trouvent que très exceptionnellement ; *Ficaria ranunculoides* a, jusqu'à présent, échappé à nos recherches.

Bois.

Le Pin silvestre constitue l'essence forestière principale ; il a presque partout supplanté le Hêtre qui ne forme des agglomérations importantes qu'au voisinage des monts d'Aubrac (la Beaume, Villerousset, le Villaret, Graniboule, etc.)

Les autres espèces ligneuses qui entrent dans la composition des bois sont le Frêne, le Noisetier, le Bouleau, l'Orme, l'Aulne, le Sorbier des Oiseleurs, le Merisier, le Chêne (1), le Saule Marsault, le Cerisier à grappes et le Peuplier blanc.

Le Charme, les Cornouillers, les Nerpruns et le Fusain d'Europe ne croissent pas dans la région.

Dans les bois où le Hêtre domine on remarque sous la futaie : *Veronica officinalis*, *Hieracium silvaticum* (2), *Polystichum Filix-mas*, *Teucrium Scorodonia*, *Ranunculus nemorosus*, *Orobus tuberosus*, *Betonica officinalis*, *Vicia sepium*, *Melampyrum pratense*, *Galium silvestre*, *Maianthemum bifolium*, *Scrofularia nodosa*, *Conopodium denudatum*, *Veronica Chamædrys*, *Stellaria Holostea*, *Anemone nemorosa*, *Oxalis Acetosella*, *Galium rotundifolium*, *Fragaria vesca*, *Primula elatior*, *Solidago Virga-aurea*, *Viola silvestris*, *Lychnis silvestris*, *Arenaria trinervia*, *Prenanthes purpurea*, *Galanthus nivalis*, *Luzula nivea*, *Polygonatum verticillatum*, *Euphorbia dulcis*, *Euphorbia silvatica*, *Paris quadrifolia*, *Polygonatum multiflorum*, *Adoxa Moschatellina*, *Serratula tinctoria*, *Silaus virescens*, *Actea spicata* (3), *Asperula odorata* (4). La Digitale pourpre *(Digitalis purpurea)* et le Framboisier *(Rubus idæus)* se mêlent, dans les clairières des Hêtraies, au Sureau à grappes (*Sambucus racemosa*) par dessus un épais tapis d'Airelles (*Vaccinium Myrtillus*).

---

(1) Le Chêne, qui atteint son extrême limite altitudinale, est d'ordinaire très disséminé ; il constitue cependant quelques boqueteaux près de Javols et sur les derniers contreforts de la Margeride, entre le Malzieu et St-Alban.

(2) *Hieracium silvaticum* présente de nombreuses formes parmi lesquelles on distingue surtout *H. pallidifolium* Jord. et *H. picturatum* Jord.

(3) *Silaus virescens* et *Actea spicata* ne s'observent qu'en un petit nombre de stations ; le premier est abondant près des Gouttes (commune du Fau de Peyre) et le second se rencontre entre autres dans un boqueteau de Hêtres dit « le bois des Crozes ». Ce petit bois situé près de Lasbros (commune de La Chaze) héberge toute une colonie de plantes montagnardes *(Doronicum austriacum, Chærophyllum Villarsii, Lychnis silvestris, Maianthemum bifolium, Sambucus racemosa, Gentiana lutea*, etc.)

(4) *Asperula odorata* est localisé dans les bois des environs de Nasbinals.

Lorsque les résineux sont maîtres du terrain, toute autre est la composition de la flore : l'Airelle ne se montre plus que par touffes isolées et, à la place des autres compagnes du Hêtre, se voient le *Monotropa Hypopithys*, quelques *Hieracium*, de rares Graminées (*Nardurus stricta*, *Aira flexuosa*, etc.) et parfois le *Goodyera repens*.

Dans les jachères forestières où le Pin silvestre est la dominante, les plantes que l'on observe appartiennent à la flore des terrains incultes qui était la première occupante du lieu. Ces plantes se maintiennent, d'ordinaire, à la lisière des pineraies ; seul le *Genista pilosa* peut arriver à croître dans les profondeurs des bois (1).

Lieux incultes.

Les lieux incultes ont des origines diverses. Les uns le sont par destination : ce sont surtout les bords des chemins ; les autres par nécessité : ce sont les landes, les rochers.

1. Flore rudérale. — Les décombres, les bords des routes servent d'asile à ces plantes qui accompagnent partout l'homme et que l'on désigne sous le nom de *plantes rudérales*.

La flore rudérale étend ses ramifications dans les jardins et les cultures non sarclées.

Les plantes rudérales du Gévaudan sont entre autres : *Blitum Bonus-Henricus, Sagina procumbens, Artemisia Absinthium, Malva rotundifolia, Æthusa Cynapium, Geranium pyrenaicum, Chenopodium hybridum, Lycopsis arvensis, Senecio viscosus, Lappa communis, Galeopsis Tetrahit, Lactuca virosa, Artemisia vulgaris*.

La Jusquiame (*Hyoscyamus niger*), dispersée au voisinage des habitations, se maintient rarement plusieurs années consécutives dans le même lieu ; c'est également le cas pour *Sisymbrium Sophia, Senebiera Coronopus, Echium vulgare, Melilotus officinalis, Erigeron acris* (2), *Œnothera biennis, Erigeron canadense* (3), *Cichorium*

---

(1) Un certain nombre de plantes sylvicoles de la France tempérée paraissent manquer dans le Gévaudan granitique. Telles sont entre autres : *Glechoma hederacea, Endymion nutans, Convallaria maialis, Arum maculatum*.

(2) *Erigeron acris* qui formait en 1910 une petite colonie près de la Croix de la Peze (environs d'Aumont) a fini par disparaître en 1916.

(3) *Erigeron canadense* n'existait pas à Aumont en 1910 et abonde maintenant au voisinage de la voie ferrée.

Intybus, *Reseda luteola*, *Tanacetum vulgare*, *Agrimonia Eupatoria* et *Mercurialis annua* (1).

D'autres plantes rudérales, sans être sporadiques, ne s'observent que dans un très petit nombre de stations; tels sont par exemple : *Chelidonium majus*, *Torilis Anthriscus*, *Fumaria officinalis*, *Geranium Robertianum*, *Chærophyllum temulum*, *Alliaria officinalis* et *Conium maculatum*.

Certaines plantes que l'on est habitué à rencontrer dans les lieux vagues semblent manquer : parmi ces *caractéristiques négatives* je citerai : *Calendula arvensis*, *Verbena officinalis*, *Solanum nigrum*, *Linaria vulgaris* et *Parietaria officinalis* (2).

La construction du chemin de fer a permis l'introduction d'un certain nombre de plantes, probablement originaires des Causses, et qui sont venues grossir les rangs des espèces rudérales. Ces plantes restent confinées sur le ballast et les talus de la voie, peu d'entre elles peuvent être considérées comme définitivement naturalisées.

Dans la période comprise entre 1910 et 1919 j'ai noté la présence des plantes adventices suivantes : *Sisymbrium Columnæ*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Rapistrum rugosum*, *Lepidium campestre*, *Neslia paniculata*, *Resedea lutea*, *Saponaria officinalis*, *Saponaria Vaccaria*, *Medicago medio-falcata* (3), *Melilotus alba*, *Caucalis daucoides*, *Tussilago Farfara*, *Barkhausia fœtida*, *Picris hieracioides* (4), *Matricaria Chamomilla*, *Symphytum rugosum* (5), *Linaria minor*, *Salvia pratensis*, *Anagallis cœrulea* et *Rumex scutatus* (6).

---

(1) *Echium vulgare*, *Erigeron acris*, *Cichorium Intybus* et *Agrimonia Eupatoria* sont communs dans les terrains tertiaires du Malzieu où ils sont associés à *Dianthus prolifer*, *Trifolium fragiferum*, *Dipsacus silvestris*, *Inula Conyza*, *Barkhausia fœtida*, *Verbascum floccosum* et *Juncus glaucus* que je n'ai pas trouvés dans les terrains primitifs.

(2) Ces plantes existent dans l'Aveyron et sur les Causses de la Lozère ; *Linaria vulgaris* et *Calendula arvensis* sont assez rares dans l'Aveyron, cf. Bras (*Catalogue des plantes de l'Aveyron*, Villefranche, 1877).

(3) *Medicago medio-falcata* se maintient à Aumont, depuis au moins huit ans sur les accotements de la route de Perpignan ; on le trouve aussi sporadiquement à St-Alban.

(4) *Picris hieracioides*, naturalisé dans une friche située en bordure de la voie ferrée a presque entièrement disparu, par suite de la mise en culture du terrain.

(5) *Symphytum rugosum* est une plante du Caucase que l'on a tenté d'introduire comme espèce fourragère !

(6) Beaucoup de ces plantes adventices sont des espèces calciphiles qui ne se maintiennent que dans les habitats où elles peuvent trouver une quantité suffisante de carbonate de calcium (décombres, vieux murs, ballast de la voie ferrée).

La plupart de ces plantes ont disparu sans laisser de descendance' seuls *Tussilago Farfara* et *Rumex scutatus* ont gagné un peu de terrain et se sont répandus sur les sols incultes qui avoisinent la voie ferrée.

II. LANDES. — Dans les landes et les friches, au bord des chemins et à l'orée des bois deux espèces de *Sarothamnus* (*Sarothamnus purgans* et *Sarothamnus scoparius)* se disputent la suprématie : le *Sarothamnus purgans*, moins sensible au froid que son concurrent, l'a presque totalement évincé sur les croupes balayées par les vents ; mais dans les plis de terrain où il trouve un léger abri, le *Sarothamnus scoparius* a souvent la maîtrise (1).

Le *Genista anglica* s'associe fréquemment aux *Sarothamnus*, mais peut, en quelques points, former à lui seul le fond de la végétation.

Lorsque le substratum est un peu humide le *Calluna vulgaris* apparaît et donne une physionomie spéciale au paysage (2).

Les plantes herbacées qui vivent dans les landes appartiennent, pour une bonne part, à la famille des Graminées : *Nardus stricta*, *Agrostis alba*, *Aira flexuosa*, *Festuca duriuscula*, *Festuca ovina*, *Aira caryophyllea*, *Poa vivipara*, *Aira præcox*, *Bromus tectorum*. *Vulpia pseudomyuros*, *Holcus mollis*, *Festuca heterophylla*, *Danthonia decumbens* occupent presque tous les espaces libres.

Au bord des sentiers, sur les pentes stériles, les surfaces graveleuses, les terres laissées en jachères, les plantes qui viennent s'adjoindre aux Graminées sont surtout des espèces rudérales ou messicoles. On y trouve les plantes suivantes classées suivant l'ordre de fréquence décroissante : *Scleranthus perennis*, *Gnaphalium minimum*, *Hieracium Pilosella*, *Arnoseris minima*, *Jasione montana*, *Trifolium arvense*, *Senecio adonidifolius*, *Rumex Acetosella*. *Sedum reflexum*, *Thymus Chamædrys*, *Linaria striata*, *Teesdalia nudicaulis*, *Achillea Millefolium*, *Lotus corniculatus*, *Campanula rotundifolia*, *Armeria plantaginea*, *Silene inflata* (var. *Boræana* Nob.), *Cerastium arvense*, *Carlina vulgaris*, *Galium verum*, *Hypochœris glabra*, *Plan-*

---

(1) Le *Sarothamnus scoparius* est assez fréquemment parasité par l'*Orobranche Rapum*.

(2) *Erica cinerea* m'a paru manquer totalement et le *Pteris aquilina* qui couvre de vastes étendues de terrain sur la Margeride et l'Aubrac est d'une extrême rareté.

tago carinata, Genista pilosa, Verbascum phlomoides, Polygala vulgaris, Silene nutans, Dianthus carthusianorum, Myosotis hispida, Genista tinctoria, Potentilla verna, Myosotis versicolor, Dianthus deltoides, Hypericum humifusum, Cerastium semidecandrum, Lychnis dioica, Cerastium glomeratum, Hypericum perforatum, Senecio silvaticus, Verbascum Lychnitis, Potentilla argentea, Holosteum umbellatum, Verbascum Thapsus, Vicia lathyroides, Senecio Jacobæa, Galium Mollugo, Scabiosa Columbaria, Trifolium gracile, Jasione perennis.

Une plante montagnarde, l'*Alchimilla alpina*, est venue s'égarer au milieu de ces espèces banales : elle forme çà et là, sur les talus herbeux, de petites colonies, à la vérité peu prospères.

Dans les terrains frais, les Graminées sont souvent mêlées au *Juncus squarrosus* et entre leurs touffes il n'est pas rare de rencontrer le *Corrigiola littoralis*.

Les lieux incultes des terrains balsatiques donnent asile à quelques plantes qui ne se montrent qu'exceptionnellement sur les sols granitiques, tels sont entre autres : *Alyssum calycinum* (1), *Turritis glabra, Linum catharticum, Trifolium scabrum* (2), et *Medicago minima.*

Les arbrisseaux qui, dans les terres incultes, s'associent le plus fréquemment aux Genêts sont le Framboisier et le Genévrier *(Juniperus communis)*; l'un et l'autre garnissent les flancs des coteaux déboisés, les lieux pierreux et le bord des chemins. Dans les landes humides, le Framboisier est supplanté par le Genévrier qui, plus hygrophile, n'hésite pas à croître parmi les Sphaignes des tourbières.

Les autres arbrisseaux ne forment pas de groupements importants : dans les haies et les buissons on trouve surtout : *Rosa rubiginosa, Prunus spinosa, Cratægus Oxyacantha, Ribes Uva crispa, Salix caprea, Ribes rubrum* et *Salix amygdalina.* Çà et là vivent aussi : *Sorbus Aria, Sambucus nigra, Ribes alpina, Malus acerba, Solanum Dulcamara, Rosa tomentosa*, et plus rarement *Ligustrum*

---

(1) *Alyssum calycinum* se trouve aussi sur le ballast de la voie près de la gare de St-Sauveur-de-Peyre et dans le tertiaire du Malzieu à Vertaizon.

(2) *Trifolium scabrum* est abondant sur les flancs du roc basaltique de Peyre.

vulgare (1), *Lonicera Xylosteum* (2), *Ulex europæus* et *Ulex nanus* (3).

ROCHERS — Les rochers et également les murs donnent l'hospitalité à diverses plantes qui sont les unes, pour ainsi dire, spéciales à ces stations, les autres de simples intruses émigrées des terrains environnants.

Les Crassulacées, les Polypodiacées et les Saxifragées fournissent un contingent notable d'espèces saxicoles ; la famille qui prédomine au moins comme nombre d'individus est celle des Crassulacées : les espèces les plus répandues sont *Sedum album*, *Sedum reflexum*, *Sedum dasyphyllum* et *Sedum hirsutum*. Le *Sedum maximum* est disséminé dans un petit nombre de localités (le Rouchat, Rochers de Tatula près de Saint-Chely d'Apcher, Roc Saint-Pierre du Malzieu). Le *Sedum acre* ne se rencontre que çà et là et toujours en petite quantité.

Sur les entablements rocheux et aussi sur le faîte des toits et des vieux murs on voit souvent les amples rosettes de *Sempervivum tectorum*.

Les Polypodiacées sont représentées par *Polystichum Filix-mas*, *Asplenium Trichomanes*, *Asplenium septentrionale*, *Asplenium Adianthum nigrum*, *Cystopteris fragilis*, *Polypodium vulgare*, *Polypodium Dryopteris*, *Asplenium Ruta-muraria* et *Athyrium Filix-fœmina*.

Les Saxifragées ne contribuent que pour une faible part à grossir les rangs de la population saxatile : seul le *Saxifraga tridactylites* est partout abondant.

Le *Saxifraga hypnoides* est exclusivement cantonné sur le roc de Peyre dont il garnit, il est vrai, toutes les fissures. Le *Saxifraga granulata*, plante de la flore des prairies, est assez fréquemment rupicole, il en est de même d'*Anarrhinum bellidinifolium* et de

---

(1) *Ligustrum vulgare* est étroitement localisé dans un chemin creux près du hameau de Bigose.

(2) *Lonicera Xylosteum* est cantonné sur la route de Beauregard au Fau de Peyre dans des éboulis basaltiques.

(3) Un pied d'*Ulex europæus* existe sur la route de St-Sauveur-de-Peyre à Recoules de Fumas ; une touffe d'*Ulex nanus* croît dans un vallon, près d'Aumont, au lieu dit « les Peillouses ».

Phalangium Liliago. Deux Epilobes *(Epilobium tetragonum* et *Epilobium montanum)* croissent en quantité dans les interstices des murailles et sur les rochers ombragés ; ils ne caractérisent, d'ailleurs, pas ces stations, car c'est uniquement l'humidité du lieu qui les attire.

Sur les flancs ensoleillés du roc de Peyre vit une élégante Tulipe *(Tulipa Celsiana)*, plante d'ordinaire non saxicole (1), qui, au printemps, revêt d'une cuirasse d'or la pyramide basaltique.

Cultures.

Champs cultivés. — Les Céréales sont le Seigle, l'Avoine et, plus rarement, l'Orge ; la culture du Froment qui avait autrefois été tentée est, maintenant, complètement abandonnée. La Pomme de terre et la Rave sont utilisées dans les assolements.

Les terres insuffisamment fumées et presque jamais amendées ne produisent que de maigres récoltes envahies par une foule de mauvaises herbes ; presque toute la cohorte des plantes satellites des cultures peut s'y rencontrer. Les espèces annuelles tiennent le premier rang, comme dans tous les sols remués, mais on observe aussi un certain nombre de plantes bisannuelles, voire même vivaces, que les charrues primitives, encore en usage, ne parviennent pas à extirper (2).

Les espèces presque partout très abondantes sont *Gnaphalium minimum, Scleranthus annuus, Arnoseris minima, Trifolium arvense, Galeopsis dubia, Rumex Acetosella, Viola tricolor, Ornithopus perpusillus, Veronica verna, Spergula arvensis, Raphanus Raphanistrum, Centaurea Cyanus, Matricaria inodora, Conopodium denudatum, Odontites rubra, Jasione montana, Scleranthus perennis, Linaria striata, Holcus mollis, Teesdalia nudicaulis, Cerastium arvense* et *Sinapis Cheiranthus.*

Parmi les espèces disséminées on peut citer *Silene inflata* (var. *Boræana*), *Vicia angustifolia, Centaurea Scabiosa, Alchimilla arvensis, Nardurus Lachenalii, Lychnis Githago, Vicia Cracca, Ervum*

---

(1) D'après Coste *(Flore de France,* p. 305, t. III), cette plante vit dans les champs cultivés du Midi jusque dans le Rhône, le Tarn et la Gironde.

(2) La culture se fait d'ordinaire sans autre appareil aratoire que l'*araire* romaine.

hirsutum, Spergula pentandra, Gnaphalium arvense, Erodium cicutarium, Poa compressa, Spergularia rubra, Alsine tenuifolia et *Ranunculus arvensis.*

Le *Rhinanthus Crista-Galli* pullule parfois dans les champs humides au détriment des moissons.

Un certain nombre de plantes communes dans les régions basses de la France ne se rencontrent que très exceptionnellement et, le plus souvent, d'une façon sporadique. Tels sont par exemple : *Papaver dubium, Papaver Argemone* (1), *Sinapis arvensis, Scandix Pecten-Veneris* (2), *Daucus Carota* (3), *Valerianella olitoria, Convolvulus arvensis* (4), *Lithospermum arvense, Anagallis arvensis* (5), *Muscari comosum* (6) et *Agrostis Spica venti* (7).

CULTURES ARBUSTIVES. — Les arbres introduits par l'homme, soit pour ses besoins, soit pour son agrément, sont : le Poirier, le Pommier, le Cerisier, le Cognassier, le Prunier, le Tilleul, le Peuplier noir, l'Erable faux platane, le Lilas, le Marronnier d'Inde, la Symphorine, le Chataignier, le Noyer, etc.

Quelques *Robinia pseudo-Acacia* vivent sur le remblai du chemin de fer entre Aumont et Saint-Sauveur-de-Peyre.

Le Sapin et le Melèze ont été plantés dans les dépendances du Chateau d'Orfeuillette près d'Arcomie (8).

---

(1) *Papavar dubium* et *Papaver Argemone* se trouvent plus fréquemment dans les décombres que dans les moissons.

(2) *Scandix Pecten-Veneris* est cantonné dans les argiles de St-Alban et du Malzieu.

(3) *Daucus Carota* est très rare en dehors des prairies artificielles.

(4) Je n'ai trouvé *Convolvulus arvensis* qu'au Malzieu.

(5) *Anagallis arvensis* se rencontre parfois sur le ballast de la voie ferrée ; on en trouve en petite quantité au Malzieu.

(6) *Muscari comosum* s'observe çà et là sur les affleurements basaltiques, particulièrement au voisinage d'Arcomie.

(7) *Delphinium Consolida* et *Asperula arvensis*, plantes calciphiles, que j'ai trouvées sur des décombres en 1912 n'ont pas reparu dans leurs localités.

(8) La vigne est cultivée en espalier dans quelques jardins (Nozières, Aumont), mais ses fruits mûrissent rarement à 1100 m. d'altitude ! Des essais d'acclimatation de l'Abricotier et du Pêcher effectués au Malzieu (860 m.) ont réussi.

Résumé et Conclusions.

La région qui fait l'objet de cette étude est comprise dans la zone de végétation du Hêtre ou zone sylvatique.

Les sombres forêts qui couvraient jadis le pays ont été peu à peu détruites, mais les plantes qui formaient le cortège du Hêtre n'ont pas toutes été évincées.

La population végétale de la zone sylvatique, bien amoindrie sans doute, s'est maintenue dans les prairies conquises sur la forêt, dans les rares bosquets échappés à la cognée des bûcherons, dans les landes et même dans les cultures.

La flore des prairies est particulièrement riche en plantes montagnardes : *Meum Athamanticum*, *Gentiana lutea*, *Arnica montana*, *Gentiana campestris*, *Knautia silvatica*, *Phyteuma nigra* ont conservé leur suprématie en maintes localités ; plus disséminés *Trollius europæus*, *Thesium alpinum*, *Geranium silvestre*, jouent encore un rôle important. En revanche *Doronicum austriacum*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Saxifraga stellaris*, *Chærophyllum Villarsii*, *Chærophyllum aureum*, *Myrrhis odorata*, *Veratrum album*, soutiennent plus difficilement la lutte et restent confinés dans un petit nombre de stations.

Les pâtures tourbeuses qui bordent les rivières ou occupent le creux des vallons sont couvertes d'un tapis serré de plantes à préférences montagnardes comme *Carum verticillatum*, *Parnassia palustris*, *Comarum palustre*, *Polygonum Bistorta*, *Viola palustris*, *Aconitum Napellus*, *Salix repens*, *Vaccinium Vitis-idea*, *etc.*

Les bois que le Pin n'a pas trop envahis servent de refuge à *Maianthemum bifolium*, *Galium rotundifolium*, *Lychnis silvestris*, *Prenanthes purpurea*, *Luzula nivea*, *Sambucus racemosa*, *Polygonum verticillatum*, *Ribes alpinum*, *Actæa spicata*, etc.

Les landes pierreuses, les escarpements rocheux, possèdent aussi quelques plantes intéressantes : dans les landes, l'*Alchimilla alpina* parvient difficilement à se maintenir, mais deux espèces assez caractéristiques du Massif central, le *Sarothamnus purgans* et le *Senecio adonidifolius* y occupent une place prépondérante. Les rochers portent *Sempervivum tectorum*, *Sedum maximum*, *Saxifraga hypnoides* sur leurs corniches ensoleillées et *Asplenium septentrionale*, *Cystopteris fragilis*, *Polypodium Dryopteris* sur leurs flancs exposés au Nord.

Dans les moissons, la fréquence de *Conopodium denudatum* mérite d'être signalée, ce n'est pas, en effet, sa station habituelle : Cette Ombellifère, d'ordinaire sylvicole s'est adaptée au milieu nouveau créé par le déboisement et a pu y prospérer. Un exemple analogue est fourni par le Framboisier, arbrisseau des clairières du Hêtre, que l'on rencontre communément dans des places d'où toute végétation forestière a, depuis longtemps, été bannie.

Les espèces de plaine ne paraissent pas supporter, avec la même aisance, l'âpre climat de la montagne ; beaucoup, en vérité, sont aussi répandues que dans les régions basses, mais il y en a aussi quelques-unes qui ne s'acclimatent que difficilement. Parmi ces plantes se rangent des espèces ubiquistes, absolument indifférentes à la nature du sol et qui, cependant, disparaissent, le plus souvent, sans laisser de descendance lorsque le hasard a permis leur installation dans la contrée.

En résumé, *les diverses stations : prairies, bois, landes, rochers, champs cultivés, forment, par leur ensemble, une région variée et riche d'où la végétation naturelle n'a pu être complètement éliminée malgré l'influence prépondérante de l'homme.*

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

A. HASSELBRING. — **Effect of different oxygene pressures on the carbohydrate metabolisme of the sweet potato.** *Journ. of Agric. Research.* Vol. XIV, nº 7. Washington. August 12, 1918.

Après la récolte, les patates douces transforment une partie de l'amidon qu'elles renferment en saccharose. Ce dernier sucre n'est que le produit final d'un processus d'hydrolyse intracellulaire dont l'un des stades intermédiaires serait représenté par les sucres réducteurs.

Partant de ce fait que, dans les graines en germination, le saccharose ne se forme pas en l'absence d'oxygène, l'auteur s'est proposé d'effectuer une séparation des différents stades de la formation de l'amidon en saccharose en faisant varier les pressions de l'oxygène de respiration.

Les expériences effectuées par Hasselbring l'amènent aux conclusions suivantes :

1° Une pression de cinq atmosphères d'oxygène est mortelle pour les racines d'*Ipomea ;* dans ces conditions, le saccharose est interverti et il en résulte une accumulation de sucres réducteurs. L'hydrolyse de l'amidon est faible et presque nulle.

2° La désagrégation de l'amidon se continue dans ces mêmes organes dans les conditions de vie anaérobie avec comme produit final le saccharose, contrairement à ce qui a lieu pour les graines en germination. La présence de l'oxygène n'est donc pas une condition absolument nécessaire pour la formation de ce disaccharide dans les organes végétaux de réserve.

E. MICHEL-DURAND

RANOÏEVITCH. — **Contribution à la flore mycologique des Basses-Alpes** (*Annales de l'Université de Grenoble*, 1918).

Bien incomplètes sont encore nos connaissances sur les Champignons microscopiques. Il est bien rare que des excursions faites, ne fût-ce que pendant une seule saison, dans une région déterminée, ne permettent pas de récolter des espèces non encore trouvées.

M. Ranoïevitch, Professeur au Lycée de Belgrade, vient de fournir une preuve à l'appui de cette proposition par des recherches faites durant l'été 1917, pour la plupart aux environs de Jausiers (Basses-Alpes). Il publie une liste qui contient quelques Péronosporacées, quelques Ascomycètes, quelques Uridinées et Ustilaginées ; mais surtout des Champignons appartenant à ce que l'on appelle les « *Fungi imperfecti* » (Sphaerioidacées, Leptostromatacées, Mélanconiacées, Hyphomycètes).

Sur 203 espèces qu'il a récoltées, il en a trouvé 35 qui n'ont pas encore été, du moins à sa connaissance, signalées en France et en outre 14 espèces et 2 variétés nouvelles.

Pour la plupart de ces dernières, il ajoute à la description le dessin des principaux éléments caractérisant le Champignon tels que périthèces, asques, spores, etc.

Ajoutons que malgré ses préoccupations et les difficultés de toute sorte qu'il a dû rencontrer dans la malheureuse retraite de l'armée serbe, il signale, à la fin de sa brochure, une espèce récoltée au Monténégro, une en Albanie et sept à Corfou. Léon Dufour

R. Kidston and W.-H. Lang. — **On Old Red Sandstone plants showing structure, from the Rhynie chert bed, Aberdeenshire. Part. II. Additional notes on *Rhynia Gwynne-Vaughani* Kidston and Lang, with descriptions of *Rhynia major* n. sp. and *Hornea Lignieri* n. g., n. sp.** *(Transactions of the Royal Society of Edinburgh,* t. II, part. III, pp. 603-627; pl. I-X, 1920).

MM. Kidston et Lang poursuivent l'examen des végétaux à structure conservée découverts dans le *Vieux grès rouge* d'Ecosse, à Rhynie (Aberdeenshire) (1). Dans la classe des *Psilophytales*, que les auteurs ont distinguée et qui comprend les Cryptogames vasculaires à sporanges terminaux sans rapport avec des organes foliaires, rentrent la famille des *Rhyniacées* (g. *Rhynia*, g. *Hornea)* et le genre *Asteroxylon* dont l'étude va bientôt paraître. L'organisation des *Rhyniacées* est des plus simples : d'un rhizome, attaché au sol tourbeux par des rhizoïdes unicellulaires, et dépourvu de racines, s'élèvent des axes aériens sans feuilles, se ramifiant par dichotomie. Le genre *Hornea* possède un rhizome renflé tuberculeux, rappelant par sa forme le tubercule embryonnaire des *Lycopodium* et pour lequel Treub a proposé le nom de *protocorme* (2). Les sporanges situés à l'extrémité des ultimes divisions des axes aériens ont une paroi épaisse, n'offrent pas de ligne de déhiscence et sont pourvus (g. *Hornea)* ou non (g. *Rhynia)* d'une columelle centrale. Les spores en tétrades sont cuticularisées et remplissent la cavite sporangiale sans traces de cellules stériles.

Vu leur ancienneté (leur âge dévonien ne peut être plus récent que le *Middle Old Red Sandstone* d'Ecosse), étant donnés leurs caractères primitifs d'organisation, les *Rhyniacées* sont des plus remarquables. Ce sont probablement les plus anciennes plantes terrestres qu'on ait pu complètement reconstituer. Comme il fallait s'y attendre, ces types se montrent bien originaux. Leur étude amène à se poser la question de l'origine de ces plantes terrestres, réduites à leur sporophyte ; à comparer ces sporophytes avec ceux des autres *Cryptogames vasculaires,* avec le sporogone des *Bryophytes* et avec les thalles à tétrasporanges terminaux de certaines *Rhodophycées ;* les auteurs insistent sur cette dernière comparaison. Pour le moment, ils se contentent de souligner dans leurs conclusions ce fait que leurs études ont révélé l'un des premiers stades d'organisation du sporophyte des *Cryptogames vasculaires.*

---

(1) Cf. *Revue générale de Botanique,* XXX, p. 335, 1918.

(2) Treub. *Annales du Jardin Bot. Buitenzorg,* vol. VIII, 1890, p. 30.

A. CARPENTIER

FLORA BATAVA. — Afbeelding en beschrijving der Nederlandsche Gewassen (396ᵉ, 399ᵉ aflevering S' Gravenhage 1919).

Une analyse des livraisons précédentes a été faite dans la *Revue générale de Botanique*. Les quatre fascicules parus en 1919 renferment seize planches en couleurs où sont figurées dix-huit espèces.

Ce sont trois *Rubus* (*R. humifusus* Whe et N., *R. pyramidalis* Kalteub., *R. caesius*, var. *aquaticus* Whe et N.), *Veronica præcox* All., *Solanum nitidibacum* Bitter (l'espèce figurée a été décrite plusieurs fois comme *S. villosum* Lam.) *Rumex odontocarpus* Sandor., *Lathyrus Cicera* L., *Carex Kneuckeriana* Zahn. (hybride de *Carex remota* et de *C. vulpina nemorosa)*, ce serait une forme particulière de *C. axillaris* hybride commun des deux espèces précédentes), *Cyperus vegetus* Willd., *Glyceria plicata* Fr., et huit Champignons : deux *Hydnum* (*H. violaceum* Thore. et *H. nigrum* Fr.), *Psathyrella disseminata* P., *Mycena epipterygia* Scop., *Amanita porphyria* Fr., *Hygrophorus pratensis* Fr., *Clavaria aurea* Schaeff., *Peziza hemisphærica* Hoff.

On peut noter la belle exécution des planches et la vérité des dessins et des couleurs.

Jacques GAUMÉ

Pierre SÉE. — **La florule du papier.** (*Thèse de doctorat*, Paris 1919).

Le papier subit avec le temps de sérieux dommages et c'est l'étude de ces dommages et de leurs agents, ainsi que des moyens propres à les empêcher que M. P. Sée a entrepris dans ce travail.

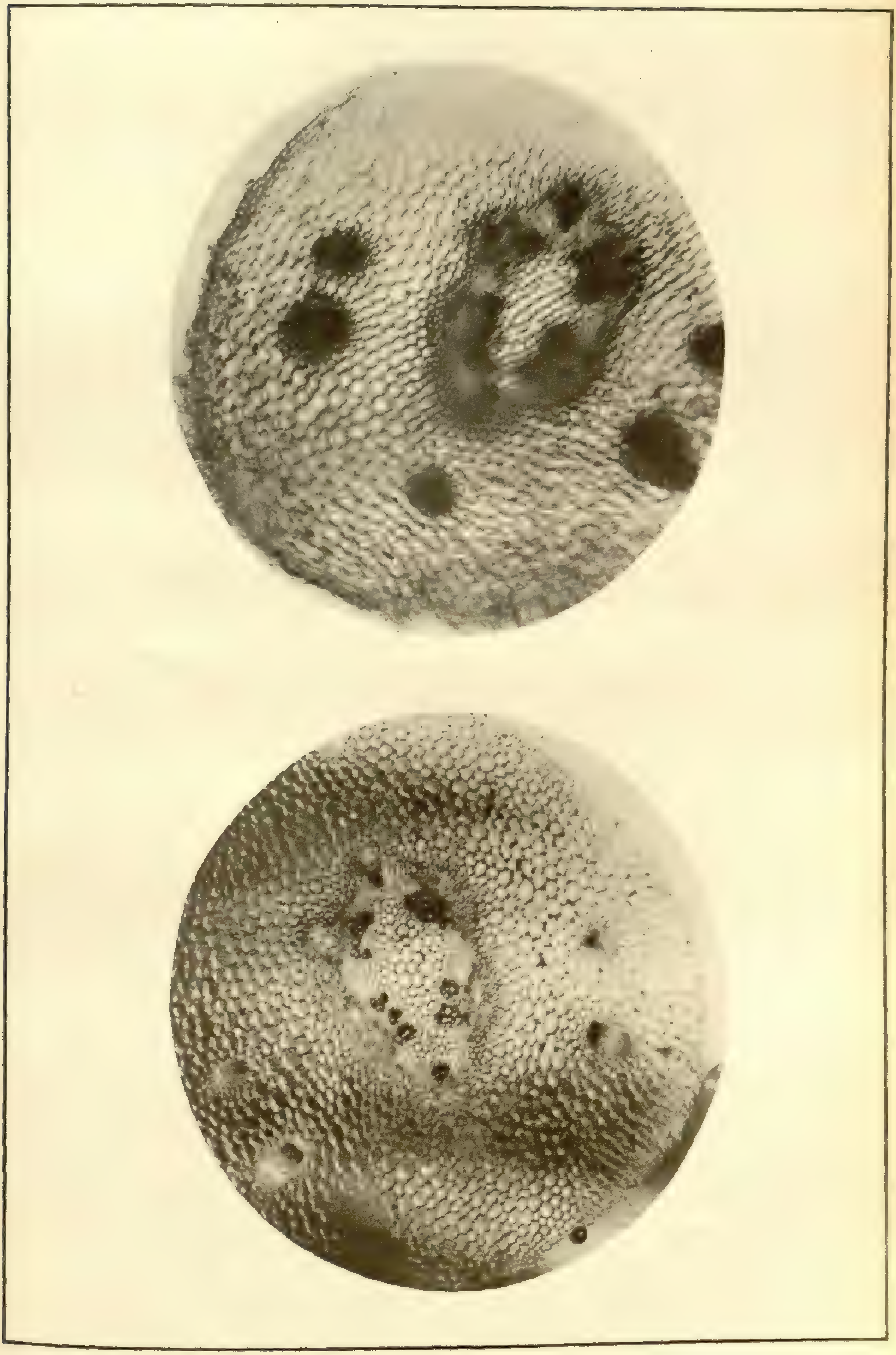
La première partie est consacrée, après un exposé de la technique utilisée, à l'étude botanique d'un certain nombre de genres et d'espèces de Champignons appartenant à divers groupes d'Ascomycètes et aux *Fungi Imperfecti*, Champignons qui sont la cause de véritables maladies du papier.

La deuxième partie traite des dégâts causés par ces Champignons, qui se développent dans le papier en y produisant des taches, qui sécrètent souvent un pigment diffusible et détruisent en outre, partiellement, les fibres du papier. M. P. Sée a reproduit ces altérations en cultivant leurs agents sur des papiers.

Enfin la dernière partie est réservée à l'exposé des remèdes préventifs ou curatifs qu'il faut opposer à l'altération des papiers (soins apportés à la fabrication tels que la stérilisation des matières premières; nettoyage, aération et séchage des livres; fumigations d'aldéhyde formique).

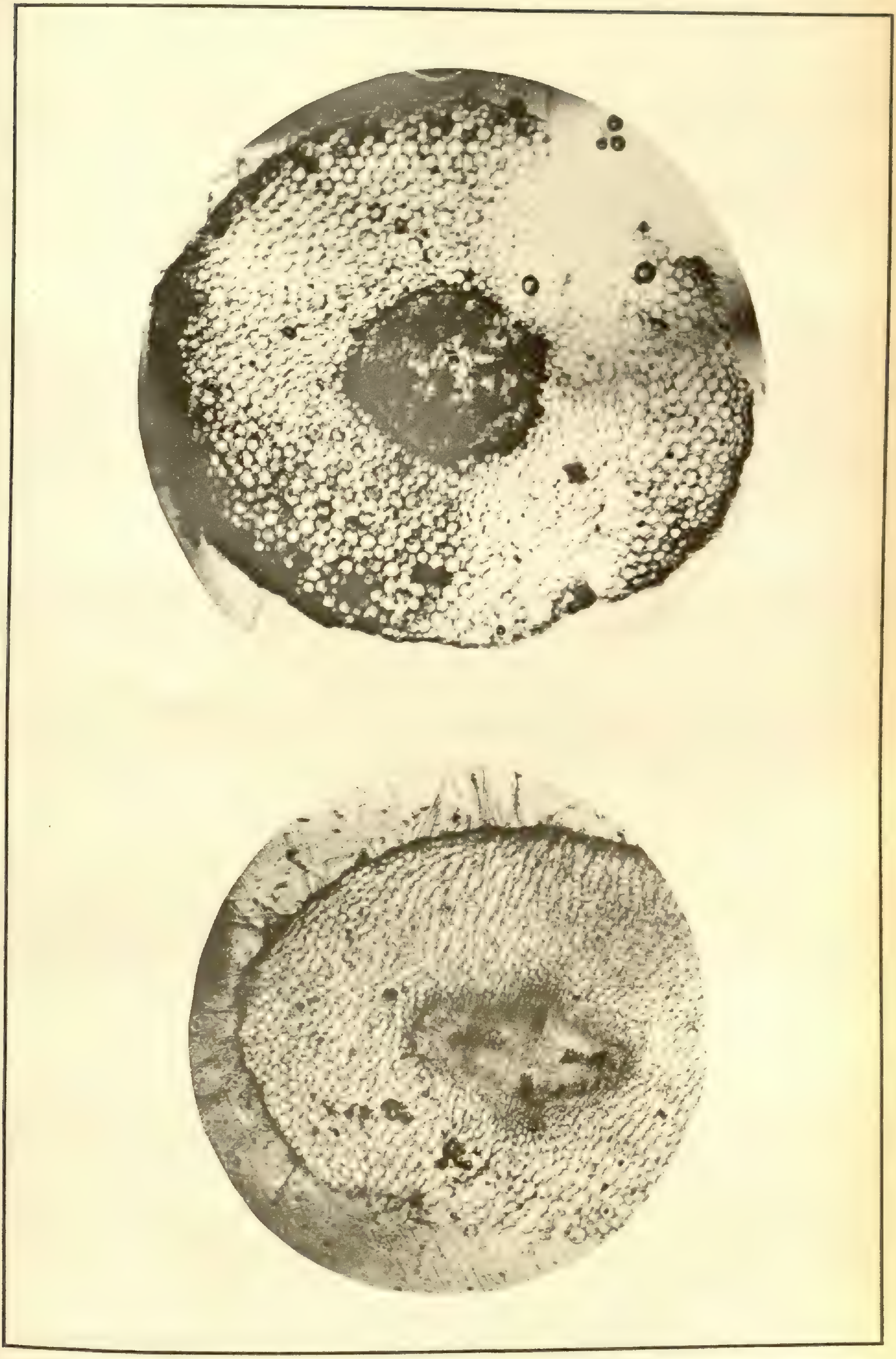
R. DOUIN

Nemours. — Imp. Henri BOULOY. *Le Gérant :* Henri BOULOY.



Némec-Stranak, phot. Le Deley, imp.

Influence des terpènes sur la structure de la tige



Némec-Stranak, phot. Le Deley, imp.

Influence des terpènes sur la structure de la racine

INVERSION DE L'EXCENTRICITÉ DES BRANCHES PRODUITE EXPÉRIMENTALEMENT

par M. Paul Jaccard

Plusieurs auteurs considèrent la croissance excentrique des branches horizontales ou inclinées des arbres comme le résultat d'une excitation géotrophique ayant son siège dans la portion terminale de la tige et des branches en voie d'allongement. Ils appellent *bois géotrophique* le tissu ligneux du côté le plus large des branches excentriques pour le distinguer du *bois de compression* qui se développe sous l'action de compressions longitudinales.

Dans cette manière de voir, la différence de structure anatomique du bois entre le côté supérieur et le côté inférieur des branches serait due à l'influence polarisante du géotropisme et résulterait d'une excitation partant du sommet de la tige et des branches en voie d'allongement.

Dans les Conifères, où le côté large des branches excentriques correspond généralement au côté inférieur comprimé par le poids de la branche, il est difficile de distinguer le bois géotrophique du bois de compression ; chez les Dicotylédones, par contre, où, dans la règle, le côté large se trouve en haut, le bois que j'ai décrit sous le nom de « *bois de tension* (1) », ne serait pas autre chose que du bois géotrophique.

Dans cette hypothèse, l'excentricité des branches ainsi que la différenciation anatomique de leur bois, seraient des caractères d'adaptation acquis au cours des âges et fixés dans leur forme actuelle, laquelle réaliserait, pour chaque espèce, le maximum de solidité avec le minimum de matériel.

---

(1) P. Jaccard. Bois de tension et bois de compression dans les branches dorsiventrales des « feuillus ». *(Rev. gén. de Bot.,* T. XXIX, 1917, p. 1-19, 2 pl. color.)

Sans méconnaître que la plupart des végétaux, les arbres en particulier, satisfont parfaitement aux exigences de la statique et que leur forme s'explique, du point de vue finaliste, par des raisons d'utilité, j'ai cherché à établir dans quelle mesure leurs caractères morphologiques généraux tels que la forme cylindro-conique et la structure concentrique de leur tige (1), ainsi que la structure excentrique de leurs branches, sont déterminés par des conditions physiologiques actuelles et par des facteurs mécaniques mesurables.

Depuis la publication de mon dernier Mémoire sur cette question (1), j'ai entrepris quelques expériences nouvelles tendant à obtenir, par rapport à la direction de la pesanteur, une inversion de l'accroissement excentrique dans des branches et des tiges de jeunes arbres.

J'ai cherché en outre à déterminer la relation existant entre la dorsiventralité obtenue de cette manière et l'influence de tensions-compressions produites par l'expérience indépendamment de celles dues à la pesanteur.

A ce propos, je considère que dans l'accroissement excentrique de tiges ou de branches, la majoration du côté large compense le déficit du côté opposé plus étroit, *sans qu'il y ait augmentation absolue de la masse ligneuse* pour une longueur donnée de l'organe.

Le même excitant, soit la compression longitudinale, pouvant, suivant son intensité, tantôt accélérer, tantôt entraver la formation du bois, la majoration d'épaisseur sur un côté donné d'une branche peut résulter en définitive, soit d'une accélération de croissance sur le côté considéré, soit d'un ralentissement d'activité de l'assise génératrice sur le côté opposé. (Accroissement compensateur).

Les différences qu'on observe à cet égard d'une espèce à l'autre, en particulier l'inégale réaction des organes plagiotropes des Conifères et des « feuillus » vis-à-vis de la pesanteur, s'expliqueraient par la diversité de résistance spécifique du bois, par l'inégale sensibilité de l'assise génératrice vis-à-vis des tensions-compressions, enfin par la structure anatomique différente de leur bois et par la diversité correspondante de leurs propriétés physiologiques.

---

(1) P. Jaccard. Essai d'une théorie physiologique de la croissance en épaisseur des arbres. Payot et C^{ie}, Lausanne et Genève, 1919.

Pour vérifier la justesse de cette manière de voir, il importe de déterminer dans quelle mesure les variations de la croissance excentrique concordent avec les variations d'intensité des tensions-compressions dans les organes excentriques. C'est là l'objet des expériences suivantes.

Ces expériences sont de deux sortes :

I. Branches et tiges enroulées en boucle.

A) Des branches de Conifères *(Pinus)* ont été recourbées en boucle dans le plan vertical et maintenues au moyen de ligatures dans cette position du 20 juin 1917 à fin septembre 1918, de telle façon que leur côté supérieur occupe l'intérieur, c'est-à-dire la concavité de la boucle et soit soumis par conséquent à une compression longitudinale, tandis que le côté inférieur, formant la convexité de la boucle, était tendu (Pl. 8.).

L'examen anatomique montre que le bois formé présente, *dès le début de l'expérience*, une structure anatomique en rapport avec la répartition des tensions-compressions longitudinales ; du bois de compression se forme sur le côté supérieur devenu concave et du bois de tension sur le côté externe tendu de la boucle, ce qui est l'inverse de ce qu'on observe dans des branches horizontales tendues-comprimées par leur propre poids.

B) En enroulant en forme de boucle dans le plan vertical et en maintenant au moyen de ligatures des tiges encore flexibles de « feuillus » *(Tilia, Fagus, Alnus)* pendant deux périodes de végétation successives, il se produit une inversion analogue, mais avec cette particularité que la majoration d'accroissement a lieu sur le côté externe convexe dans la partie supérieure de la boucle et sur le côté interne concave dans sa partie inférieure (fig. 1).

Ceci semble au premier abord donner raison à ceux qui voient dans la croissance excentrique une réaction géotropique dont le sens est déterminé par la *direction* de la pesanteur plutôt que par son action mécanique. Mais, comme sur les flancs de la boucle, c'est-à-dire dans les portions latérales plus ou moins parallèles à la direction de la pesanteur, le bois le plus large se forme sur le côté comprimé, on ne saurait méconnaître la concordance qui existe entre la majoration d'accroissement, la structure anatomique particulière qui l'accompagne, et les tensions-compressions provoquées par l'enroulement de la tige.

Si cette concordance n'est pas toujours évidente, c'est qu'il n'est pas facile au premier coup d'œil de juger de la manière dont les tensions-compressions se propagent et agissent dans un organe en voie de croissance.

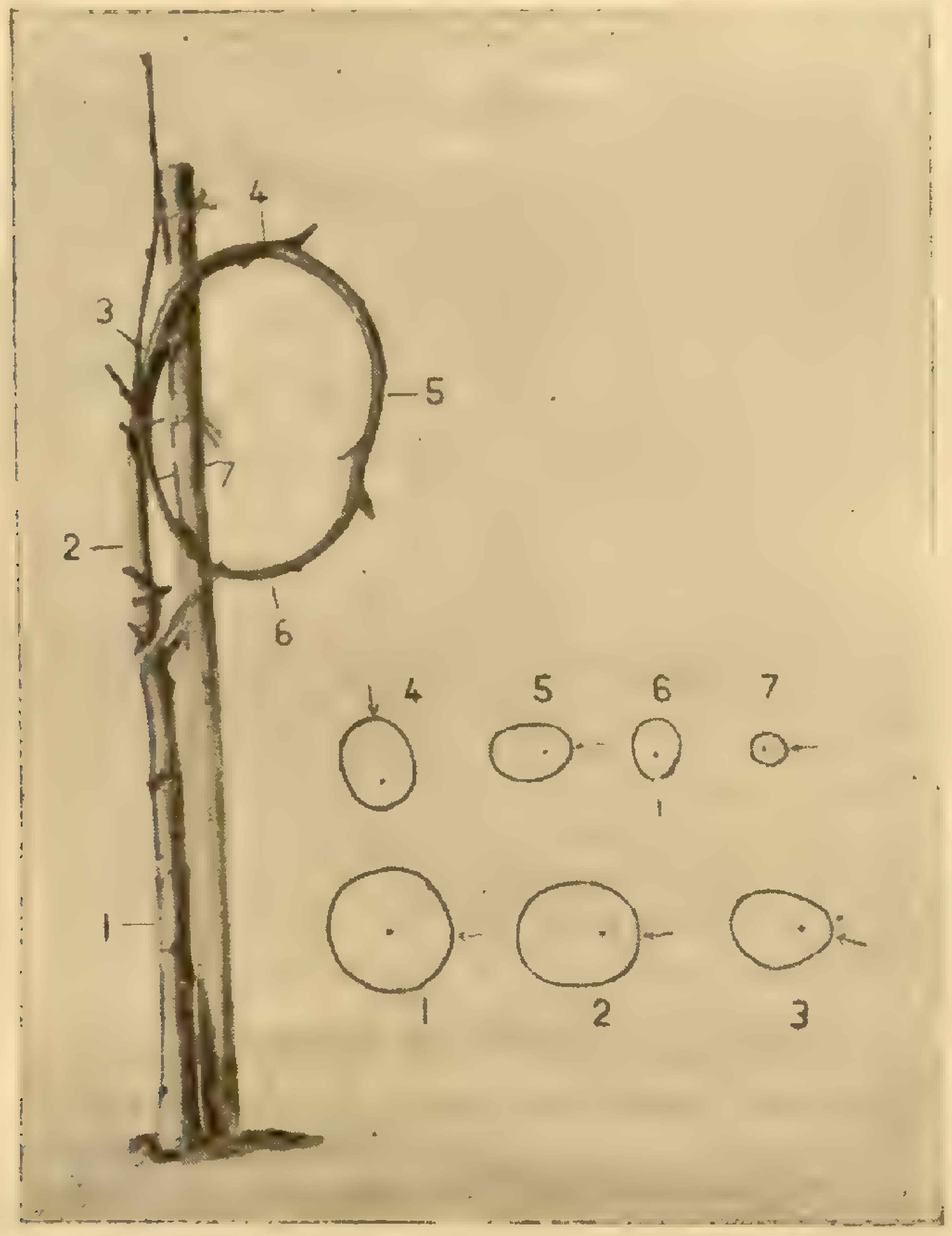


Fig. 1. — Tige de Tilleul enroulée en boucle. Gross. 1/10 pour la plante ; 4/10 pour les sections. 1 à 7, sections successives montrant le sens et le degré de la croissance excentrique. En 4 épixylie (*côté convexe* large), en 6 épixylie également sur *côté concave*. 2, 3, 5 et 7, côté large correspondant au côté comprimé ; de 5 à 7, croissance majorée sur le côté constituant le plus court chemin pour le transport de l'eau.

Dans les tiges enroulées en boucle, par exemple, la portion supérieure croissant librement doit, par son poids, exercer à la base de la boucle *une compression sur le côté inférieur convexe*, tandis que dans la partie supérieure de la boucle, c'est sur le côté concave de la tige ployée qu'elle s'exerce.

La formation du bois rouge (bois de compression) et sa distribution dans les tiges de Conifères enroulées en boucle, justifient tout à fait cette manière de voir, et les variations qu'on observe d'un point à un autre quant au sens et à la grandeur de l'excentricité s'expliquent fort bien par les variations correspondantes des tensions-compressions.

A l'action des tensions-compressions sur la croissance excentrique des tiges enroulées en boucle, s'ajoutent, notamment chez les « feuillus », l'influence morphogène du transport de l'eau par le plus court chemin, et, dans les portions fortement concaves (sommet et base des boucles de forme elliptique), le raccourcissement du chemin à parcourir et la réduction de surface de l'assise génératrice à alimenter par la sève organique.

II. **Branches horizontales soustraites à l'influence polarisante de la pesanteur.**

En attribuant la dorsiventralité des branches horizontales à l'excitation géotropique provoquée par la pesanteur et leur croissance excentrique à l'influence polarisante de cette même force, on considère la réaction produite comme un caractère d'organisation acquis au cours des âges, autrement dit, comme une *adaptation* constituant, au point de vue mécanique, une disposition avantageuse pour l'espèce.

Comme tous les caractères héréditaires, cette disposition devrait se maintenir pendant un certain temps, lorsque les conditions habituelles de croissance sont plus ou moins modifiées. Or, l'expérience prouve qu'elle est immédiatement réversible.

Lorsque par un dispositif approprié, on substitue à l'action mécanique de la pesanteur celle d'une force centrifuge agissant en sens contraire, c'est-à-dire exerçant d'une façon continue, non sur le côté inférieur, mais sur le *côté supérieur* des branches horizontales, une compression longitudinale et sur le côté opposé une tension antagoniste correspondante, *on obtient une inversion du sens de l'excentricité et de la dorsiventralité concordant avec la direction et avec l'intensité de la force centrifuge agissante.*

Voici comment cette expérience *effectuée en plein air* sur la terrasse-jardin attenante à mon laboratoire a été conduite (v. Pl. 7) :

De jeunes arbres de 7 à 9 ans *(Tilia, Populus, Abies, Pinus)*, plantés dans des pots de 28 cm. de diamètre, entourés d'un manchon de mousses et d'un emballage protecteur conservant la terre du pot fraîche et humide, ont été montés sur un axe horizontal maintenu à deux mètres au-dessus du sol par deux supports et mis en mouvement par un système de transmission au moyen d'une petite dynamo.

L'installation comprenait deux rotateurs portant chacun deux pots se faisant équilibre et *tournant dans le plan vertical*, l'un, à raison de 7 tours, l'autre, de 14 tours à la minute. Des anneaux de fil de fer enserrant la tige et la base des branches permettaient de constater *de visu* la croissance en épaisseur au cours de l'expérience.

Du 20 juin au début de septembre, temps pendant lequel les plantes furent maintenues en rotation sans interruption, l'épaississement, favorisé par des arrosages répétés et par l'adjonction d'une solution nutritive, atteignit chez certaines branches 2 à 3 mm.

En soumettant les plantes sus-mentionnées à une rotation ininterrompue dans le plan vertical, ce qui amenait un renversement périodique de leur position par rapport à la pesanteur, je cherchais : 1° à neutraliser l'effet du géotropisme négatif par une excitation inverse de même durée et de même intensité ; 2° à neutraliser l'action continue de la compression longitudinale qui, dans les conditions normales de croissance, s'exerce sur le côté inférieur des branches, par une tension antagoniste de même durée, un côté donné étant, par suite de son inversion périodique, alternativement tendu puis comprimé par l'action mécanique de la pesanteur.

Si le résultat cherché avait été atteint, les branches insérées dans le plan de rotation auraient été concentriques et leur structure anatomique semblable sur leurs côtés supérieur et inférieur.

Ce n'est pas ce qui s'est produit en réalité. Chez les deux Conifères soumises à l'expérience, j'ai pu constater une formation très distincte de bois rouge (bois de compression) accompagnée d'une faible xylie sur le côté supérieur des branches (épixylie) ; par contre, chez le Tilleul, normalement épixyle, on remarquait une hypoxylie très nette, soit une majoration d'accroissement sur le côté inférieur des branches. Ainsi, dans les deux cas, *il s'est produit un renversement du sens habituel de l'excentricité.*

Comment expliquer cette inversion ?

En fait, les compressions longitudinales auxquelles le côté supérieur et le côté inférieur des branches se trouvaient alternativement soumises au cours de l'expérience n'étaient pas identiques et cela pour deux raisons : 1° les branches n'étant pas rigoureusement horizontales, mais plus ou moins inclinées vers le sommet, leur moment de flexion n'était pas le même dans la position dressée de la plante et pendant son renversement ; 2° la vitesse de rotation dépassant celle qui eût été suffisante pour compenser la valeur de g, les branches se trouvaient, en réalité, soumises à l'action fléchissante d'une faible force centrifuge.

Avec le grand rotateur, cette force que nous désignerons par $c = \frac{v^2}{r}$, atteignait 49 cm. à 1 m. de l'axe de rotation, (r, le rayon de la circonférence décrite étant 1 m. et la vitesse, v, pour 7 tours à la minute, 7 fois 6 m. = 42 m. à la minute ou *70 cm. par seconde*, $c = \frac{70^2}{1} = \frac{4900 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} = 49$ cm.) A 1 m. de distance de l'axe de rotation, la force centrifuge développée était donc de 49 cm. ou en chiffre rond de 50 cm. environ, soit de $1/20\, g$.

Or cette force qui, dans la position normale de la plante (sommet tourné en haut) agit en sens inverse de la pesanteur, s'ajoute au contraire à celle-ci lorsque la plante est renversée. Dans le premier cas, les branches sont comprimées sur leur côté inférieur par une force égale à $g - 1/20\, g$; dans le second cas (sommet en bas), c'est le côté morphologiquement supérieur qui est comprimé par une force égale à $g + 1/20\, g$.

Les rameaux insérés dans le plan de rotation sont donc, pendant une moitié du temps de rotation, *plus fortement comprimés sur le côté supérieur* qu'ils ne le sont sur le côté inférieur pendant l'autre moitié du temps de rotation.

Il paraît, en conséquence, plausible d'attribuer la formation du bois de compression observée *sur le côté supérieur des branches* chez *Pinus et Abies,* ainsi que l'hypoxylie manifestée par les rameaux de *Tilia,* à l'action de la force centrifuge dont la valeur efficiente mesure en définitive 2/20, soit $1/10\, g$, puisque, tandis qu'elle affaiblit de 1/20 l'action fléchissante de g sur le côté inférieur des branches, elle la renforce de 1/20 sur le côté opposé.

Si les actions mécaniques qui agissent alternativement sur les côtés opposés des branches avaient été réellement neutralisées par la rotation, on ne devrait observer de bois de compression ni sur le côté supérieur, ni sur le côté inférieur.

Si d'autre part, le bois de compression formé, dans notre expérience, sur le côté supérieur des branches de *Pinus* et d'*Abies* était dû à une excitation géotrophique, il aurait dû s'en former également sur le côté inférieur, ou bien, ni d'un côté, ni de l'autre, si l'on suppose que, par suite de la rapidité de rotation et de la fréquence des inversions périodiques, le temps de présentation ait été trop court pour que le seuil d'excitation soit atteint et que les excitations aient pu s'additionner pour produire une réaction visible.

Il paraît donc justifié d'attribuer l'inversion de l'excentricité et de la différenciation anatomique signalée plus haut à la compression longitudinale *ininterrompue* exercée sur le côté inférieur des branches par la force centrifuge. Cette force provoquant chez les branches en voie d'épaississement les mêmes réactions que la pesanteur, on peut en conclure que, soit la différenciation anatomique, soit l'inégale activité de l'assise génératrice telles qu'elles se manifestent normalement dans les branches des arbres sont bien dues à l'*action mécanique* de la pesanteur et non à une excitation géotrophique d'une autre nature.

On peut être surpris, il est vrai, qu'une force fléchissante aussi faible que la force centrifuge développée dans nos expériences, soit capable d'influer sur la structure anatomique du bois et sur sa croissance ; ceci s'explique cependant si l'on songe que son action s'exerce d'une façon ininterrompue et dans une direction constante.

A ce propos, relevons que chez les branches insérées perpendiculairement au plan de rotation, les côtés supérieur et inférieur ne sont soumis que pendant la moitié du temps de rotation à l'action fléchissante de la force centrifuge, puisque, pendant l'autre moitié, ils sont dirigés parallèlement à cette force. Or, on constate que le bois de compression formé sur le côté supérieur de ces branches est sensiblement moins développé que chez les rameaux insérés dans le plan de rotation et qui sont comprimés d'une façon ininterrompue, soit deux fois plus longtemps par la force centrifuge.

Laboratoire de Physiologie végétale
de l'Ecole polytechnique fédérale à Zurich.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 7.

Rotateurs installés sur la terrasse-jardin attenant à mon laboratoire et servant à étudier l'influence de la pesanteur et du géotropisme sur la croissance excentrique.

A gauche : Grand rotateur faisant 7 tours par minute, avec *Pinus nigra* et *Tilia grandifolia*.

A droite, appareil plus petit, faisant 14 tours à la minute avec *Abies alba* et *Populus alba*.

Entre les deux, système de transmissions commandé par une dynamo de 1/8 HP.

La rotation des plantes s'est poursuivie d'une façon ininterrompue de la fin de juin à la fin d'août 1919, soit pendant deux mois.

PLANCHE 8.

Tige de Mélèze (*Larix*) enroulée en forme de boucle.

1 à 14, sections successives de la tige ; en regard la forme de ces sections, montrant, teinté en sombre, la distribution du bois de compression (bois rouge) ← = côté interne de la boucle.

De 1 à 7 *la compression* due à l'enroulement et au poids de la tige s'exerce sur le côté inférieur ou interne, *concave* de la tige.

De 9 à 14, c'est sur le côté externe *convexe* qu'elle se fait sentir.

En 8, portion de la tige constituant une sorte de *charnière*, entre la portion comprimée sur côté concave et celle sur côté convexe, le bois de compression occupe presque toute la surface de la section.

NOUVELLES RECHERCHES
SUR LA
FLORE FOSSILE DES ENVIRONS DE VARENNES
(PUY-DE-DOME)

par MM. Roland DE LA VAULX et Pierre MARTY

avec Introduction de M. Ph. GLANGEAUD

AVANT-PROPOS

Les trois gisements, ravins de Varennes, Dent du Marais, bords du lac Chambon, qui ont livré la flore fossile, dite de Varennes, sont situés près de Murols, aux environs d'Issoire, dans le Puy-de-Dôme.

M. Ph. Glangeaud, que ses multiples et beaux travaux sur le Massif Central ont placé au premier rang des géologues qui étudient cette région de la France, nous a fait le plaisir et l'honneur d'écrire, pour ce mémoire, un chapitre qui nous dispensera de revenir sur le côté stratigraphique de la question.

Nous nous bornerons à noter que l'éminent professeur de la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand place sur le même horizon les trois gisements des environs de Varennes, ce qui nous autorise à en faire un bloc chronologique, après avoir mentionné, toutefois, que les nouveaux fossiles, décrits ici, proviennent tous du ravin de l'Ouest de Varennes (1).

Les gisements de Varennes ont fourni à l'abbé Boulay le sujet d'un beau mémoire intitulé FLORE PLIOCENE DU MONT-DORE (Paris, Savy, 77, Boulevard Saint-Germain, 1892). A une époque où des géologues de la valeur de Michel-Lévy et de Munier-Chalmas paraissaient hésiter sur l'âge des cinérites de cette région, l'abbé Boulay, prenant pour seul guide les notions tirées de la paléontologie végétale trop souvent récusée en tant que chronomètre stratigraphique, les a très judicieusement rapportées près de la limite du Miocène et du Pliocène.

---

(1) Dans les buttes cinéritiques du bord du lac, l'un de nous a trouvé *Populus tremula* L. et *Carpinus Betulus* L. non signalés par Boulay en cet endroit.

L'un de nous ayant fait de nouvelles récoltes dans le gisement du ravin de Varennes, nous nous proposons de les décrire ici. A l'aide de ces documents, de ceux publiés par l'un de nous également (1), et des espèces de l'abbé Boulay, nous tenterons de dresser un tableau aussi complet que possible de la flore de Varennes. Mais, pour réaliser ce tableau et lui donner toute la précision requise, nous devrons — avec la déférence due à la mémoire du savant paléontologiste de Lille — soumettre quelques-uns de ses fossiles à une révision critique, Si, en effet, la plupart des espèces mentionnées par Boulay sont d'une détermination irréprochable, plus d'une, néanmoins, laisse prise au doute. Pareille carence est d'autant plus surprenante, à première vue, que Boulay était un botaniste de profession. Mais elle s'explique lorsqu'il nous fait part de sa méthode de travail, méthode consistant à accorder plus d'importance à la comparaison des empreintes à déterminer avec d'autres fossiles qu'à leurs rapports avec les végétaux actuels.

Une telle méthode semble très rationnelle. Mais encore faudrait-il que les fossiles-types, auxquels les empreintes à l'étude sont attribuées, fussent eux-mêmes correctement déterminés.

Or, si cette condition primordiale est presque toujours réalisée par les paléontologistes de l'école française, comme de Saporta, Marion, Rérolle, et surtout MM. Laurent, Langeron, Fritel, etc., il est loin d'en être de même pour les anciens paléophytologues de langue allemande, Heer, von Ettingshausen, Gœppert et Unger. Ces derniers n'ont pas hésité à spécifier des fossiles indéterminables, des feuilles trop souvent réduites à leur contour et à leur seule nervure médiane et dont l'attribution, forcément hypothétique, prête aux interprétations les plus contradictoires. C'est ainsi que Boulay, rapprochant parfois les empreintes de Varennes de fossiles sans valeur, a été amené à fausser dans une certaine mesure, sinon l'âge, du moins les caractères de la flore qui nous occupe.

---

(1) Pierre Marty. Trois espèces nouvelles pour la Flore fossile du Massif Central *(Revue d'Auvergne,* Clermont-Ferrand, Mont-Louis, 1912).

Nous nous proposons d'étudier ici les végétaux exhumés par l'un de nous à Varennes selon une méthode différente.

Le travail que nous publions étant un mémoire de paléontologie, nous comparerons évidemment nos fossiles à des fossiles déjà connus. Mais nous subordonnerons ces rapprochements à une comparaison préalable, d'un caractère purement botanique. En d'autres termes, avant de chercher les affinités de nos fossiles avec d'autres fossiles, nous nous efforcerons d'établir, en peu de mots, mais aussi strictement que possible, leurs rapports avec des espèces vivantes, de façon à ne les mettre paléontologiquement en œuvre qu'après avoir élucidé leur position taxinomique.

Pour atteindre ce but, nous utiliserons les seuls éléments recueillis par nous, dont la conservation soit suffisante pour permettre l'examen de tous leurs caractères diagnostiques et nous rejetterons *a priori* les feuilles, trop souvent placées en ligne de compte par Boulay, qui se réduisent à de vagues linéaments et dont nos fouilles nous ont donné une ample récolte. C'est ainsi seulement que nous pourrons élucider les caractères réels de la flore de Varennes et en déduire les données relatives à la chronologie, aux affinités géographiques et au climat qu'on est en droit d'exiger d'une étude de ce genre.

Ainsi, notre mémoire se trouve logiquement divisé en quatre parties :

GÉOLOGIE DU GISEMENT FOSSILIFÈRE DE VARENNES, par M. Glangeaud.

EXAMEN CRITIQUE DES VÉGÉTAUX FOSSILES DE VARENNES, étudiés par l'abbé Boulay ;

DESCRIPTION DES ESPÈCES NOUVELLEMENT DÉCOUVERTES DANS LE GISEMENT DE VARENNES ;

CONCLUSIONS PALÉONTOLOGIQUES, CHRONOLOGIQUES, BOTANIQUES ET CLIMATOLOGIQUES.

Enfin, pour rendre ce travail plus complet, nous insérerons, en leur lieu et place, une liste des Diatomées fossiles recueillies dans les trois gisements de Varennes par le Frère J. Héribaud et A. Lauby, ainsi que la mention des animaux que nous en avons exhumés.

NOTE
SUR LA GÉOLOGIE DES GISEMENTS FOSSILIFÈRES DU VOLCAN DU SAUT DE LA PUCELLE

par M. Ph. Glangeaud

Une des questions importantes du vulcanisme du Massif Central est celle qui a trait aux diverses époques auxquelles s'édifièrent les nombreux volcans de cette région. Elle est en partie résolue pour les volcans d'Auvergne, notamment pour les grands massifs du Cantal et des Monts Dore, grâce aux recherches de Rames, de de Saporta, abbé Boulay, Croizet et de Jobert, Lauby, de MM. Boule, Marty, Laurent, etc.

Il a été établi notamment que les premières éruptions du massif du Cantal avaient eu lieu au Miocène supérieur. L'abbé Boulay, en étudiant les flores de Varennes (Puy-de-Dôme) plaçait celles des Monts Dore au début du Pliocène, peut-être au Miocène supérieur.

MM. Marty et de La Vaulx, à la suite de nouvelles découvertes faites par l'un d'eux, ont repris l'étude de cette question et l'ont menée à bien, car ils apportent aujourd'hui des documents nouveaux importants, étudiés avec grand soin, qui précisent l'âge du vulcanisme dans les Monts Dore, ce dont il faut les louer hautement.

Ils m'ont demandé de préfacer leur travail d'une note géologique sur les gisements en question. Je le fais d'autant plus volontiers que j'ai eu l'occasion d'étudier le volcan du Saut de la Pucelle (1) qui a fourni les projections et les coulées *au milieu desquelles sont incluses les riches flores* et faunes faisant l'objet de leur mémoire. Cela permettra aussi de comprendre les relations géologiques de ces gisements et de les comparer avec ceux des volcans du Massif des Monts Dore.

Les trois gisements fossilifères de Varennes, du lac Chambon et du Saut de la Pucelle qui avaient fait, en 1892, l'objet d'une belle monographie de l'abbé Boulay font partie intégrante du volcan du *Saut de la Pucelle* (de la série des *volcans périphériques du Massif des Monts Dore)*, édifié sur un voussoir oligocène effondré de 200 m.

---

(1) Ph. Glangeaud. Le volcan pliocène du Saut de la Pucelle (Puy-de-Dôme), ses coulées intrusives et ses glaciers *(C. R. Ac. Sc.*, t. 162, p. 257, 1916).

par rapport à un autre voussoir archéen, granitique et précambrien situé à l'Ouest, sur lequel est édifié une partie du Massif précité.

Contre l'escarpement de faille constitué par du granit à cordiérite, des schistes feutrés fins, des cornes, etc., butent des *argiles sableuses oligocènes,* affleurant non seulement dans les ravins de Varennes, mais servant en partie de substratum aux matériaux du volcan de la Pucelle, visibles dans le cirque de ce volcan, à la base N. de l'ancien cratère ouvert dans l'Oligocène partiellement déblayé de ce territoire. J'ai indiqué que ces argiles s'élevaient de l'altitude 860 jusqu'à l'altitude 1080, et qu'elles se retrouvent plus à l'est jusque sous le château de Murols.

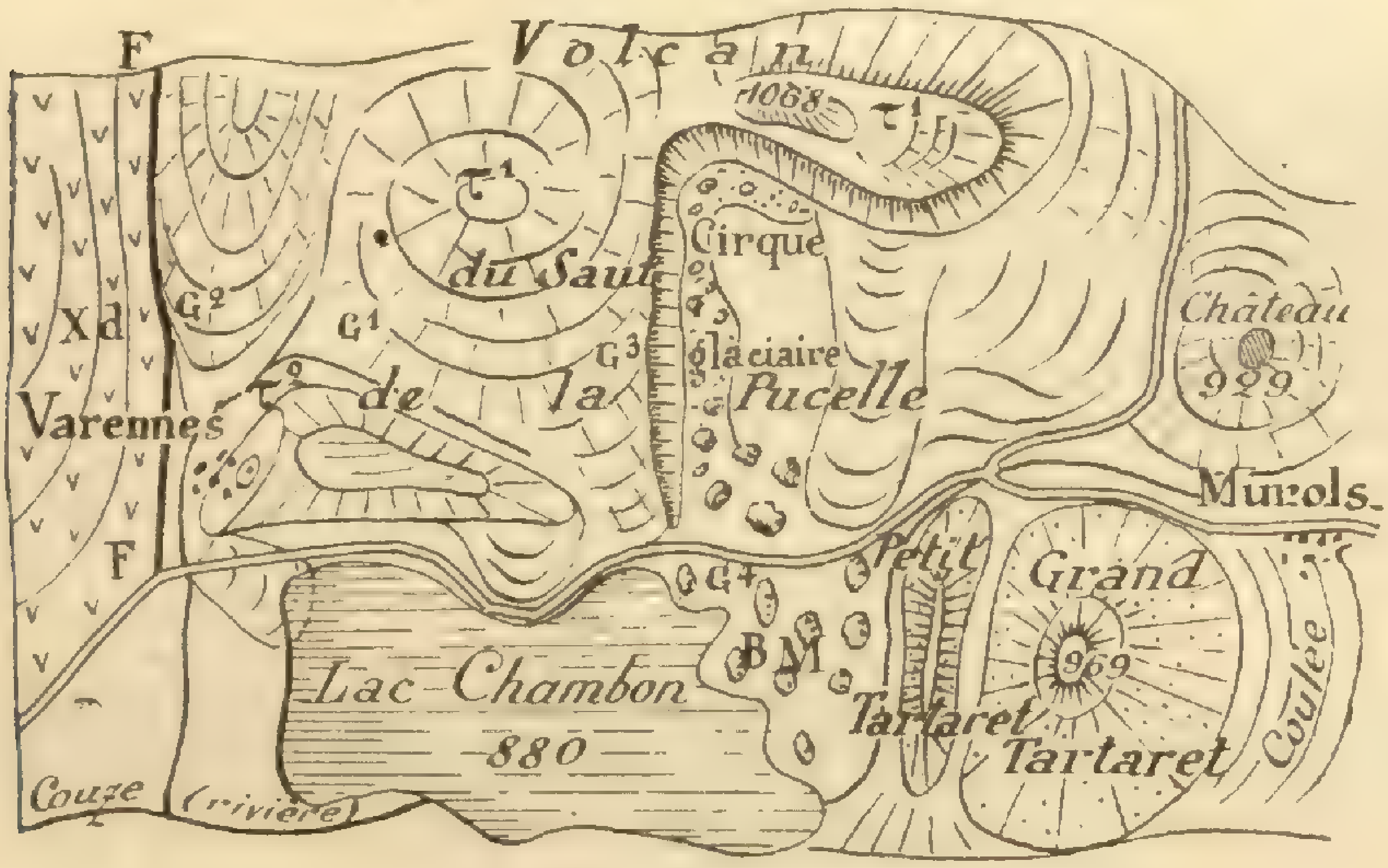


Fig. 1. — *Croquis du volcan du Saut de la Pucelle, des Tartarets et de leurs abords.*

Le volcan miopliocène du Saut de la Pucelle est édifié sur un *voussoir oligocène effondré* le long d'une faille *F F*, (avec escarpement de 200 m.) par rapport à un compartiment granitique et archéo-cambrien (*X d*) surélevé. Ce volcan qui a eu une altitude absolue de 500 m., est aujourd'hui en partie démantelé et très complexe. Il offre un escarpement remarquable de brèches et de cinérites G^3 formant la paroi ouest (hachurée) d'un cirque glaciaire, d'où est parti au quaternaire supérieur un glacier qui a donné naissance aux buttes moutonnées *B M*. G^1 G^2 G^3 Gisements fossilifères cinéritiques étudiés. T^1, T^1, Coulée de trachyte supérieur. T^2, dôme trachytique de Varennes. Le château de Murols est bâti sur un filon de basalte. Le grand et le petit Tartaret sont des volcans quaternaires supérieurs postérieurs au dernier glaciaire. Le lac Chambon est un lac de barrage volcanique.

L'espace compris entre Murols et Varennes et l'emplacement du lac Chambon fut remblayé par les coulées et projections du volcan de la Pucelle, en partie décapité aujourd'hui, mais dont la hauteur absolue devait atteindre environ 500 mètres.

D'une façon générale, le début de l'*édification des volcans principaux* du massif des Monts Dore *semble bien être de la même époque* que celle du volcan du Saut de la Pucelle, de sorte que la détermination de l'âge de ce dernier, par l'examen des fossiles qu'il renferme, offre une grande importance, puisqu'il permet de déterminer par *analogie* et par *comparaison* avec les flores incluses dans le Massif en question, l'âge de ses éruptions.

De petits lacs s'établirent sur les flancs du volcan du Saut de la Pucelle en voie d'édification et pendant les périodes de tranquillité, des *Insectes* (Phryganes) purent développer leurs larves et les *Poissons* s'y acclimater, ainsi qu'il résulte des découvertes de l'abbé Boulay, de M. de La Vaulx, du colonel Tallon et de celles que j'y ai faites également.

M. Marty a découvert aussi des *couches à Diatomées* à certains niveaux de ces lacs où l'on observe, en outre, des couches argilo-sableuses provenant d'un transport par ruissellement de l'Oligocène, mélangées à des cendres volcaniques ou alternant avec des lits cinéritiques.

C'est dans les couches cinéritiques grisâtres ou brunâtres que se trouvent les gisements les plus riches et les fossiles les mieux conservés. Certaines des couches cinéritiques brunes sont riches en débris organiques, ce qui indique une macération et une formation en partie sapropélienne.

Les gisements et ravins de Varennes, au nombre de deux, sont désignés par l'abbé Boulay sous les noms de Ravins de l'Ouest et du Nord.

Dans le ravin de l'ouest, le plus important, on observe de bas en haut : 1° *une brèche d'éboulis* de schistes feutrés et de leptynites provenant de l'escarpement précité. L'escarpement était en relief et en voie de démantèlement, au moment des premières éruptions, car c'est en partie sur ces éboulis que *reposent* les couches cinéritiques inférieures grises et brunes de 4 à 6 mètres d'épaisseur, couches très légères, diatomifères par place.

Les conditions de sédimentation furent variables durant cette première phase pendant laquells le volcan de la Pucelle n'émit que des cendres. Mais peu après il donna : 2° des éléments plus volumineux, des ponces, des pouzzolanes, des brèches et à maintes reprises des coulées de lave variées *(basalte, labradorite, andésite, trachyte)* ce qui en fait un des volcans les plus intéressants de la région périphérique des Monts Dore.

C'est dans la partie centrale de cet ensemble de produits volcaniques que se trouve le *deuxième gisement* de l'abbé Boulay, dans des cinérites intercalées au milieu de l'escarpement bréchoïde, si pittoresque, de 100 m. de haut de la Dent du Marais.

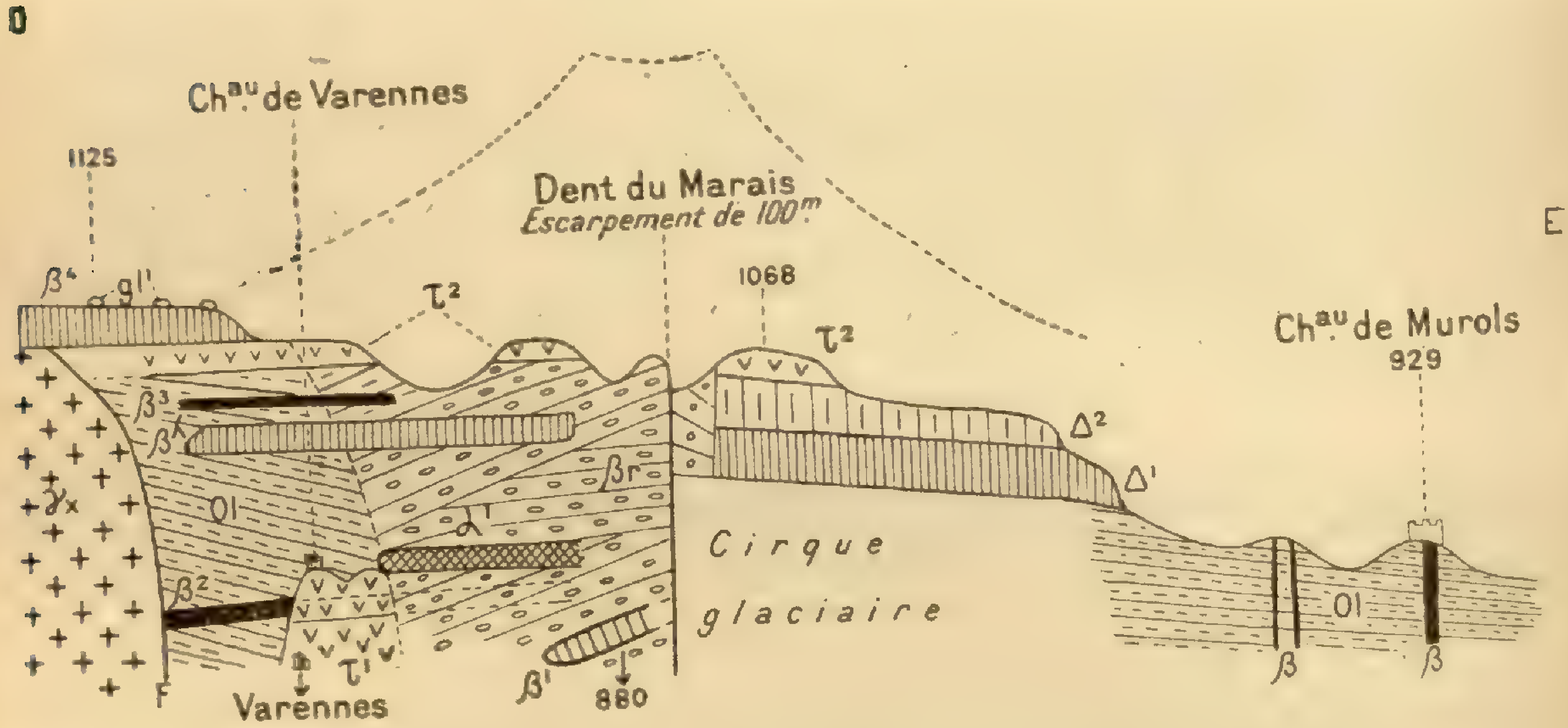


Fig. 2. — *Coupe E.O. à travers le Volcan du Saut de la Pucelle.*
Voir légende du croquis, fig. 1. — δ Archéen et Cambrien butant par faille *F*, contre l'oligocène effondré ; β^1 Basalte très basique ; β^2 Labradorite péridotique à titane augite, coulée intrusive (sill.) dans l'oligocène qui est cuit au contact ; α Andésite augitique à augite et hornblende ; β Labradorite péridotique et augitique (sill moyen) ; β^3 Basalte, petite coulée (sill supérieur) ; τ^2 Trachyte augitique à augite, biotite et hornblende ; β^4 Basalte semi ophitique (demi-deuil); τ^1 Trachyte augitique à biotite ; β Basalte ; Δ^1 Δ^2 Coulées de labradorite péridotique formant le fond du cirque de la Pucelle.

On voit que l'escarpement Ouest du Cirque est presque uniquement constitué par des brèches et des cinérites β *r* où est situé le gisement fossilifère *G^2*.

Le troisième gisement est constitué par des monticules cinéritiques aux couches *redressées* et *disloquées* (fig. 6 du mémoire de l'abbé Boulay) recouverts de blocs de brèche volcanique ou de basalte atteignant jusqu'à 50 m³. On n'avait pas expliqué jusqu'ici l'existence de ces buttes, ni leurs dislocations, ni la présence des blocs volumineux qui les surmontent. J'ai montré *(loc. cit.)* qu'elles avaient été moutonnées par un glacier du Quaternaire supérieur, ayant occupé le cirque du Saut de la Pucelle, glacier s'écoulant dans la vallée de la Couze Chambon. C'est la pression de la glace qui avait disloqué les couches cinéritiques et les blocs surmontant ces couches avaient été apportés et déposés par le même glacier. Il ne me paraît pas, pour cette raison géologique, que le troisième gisement de l'abbé Boulay, constitué par des cinérites assez grossières, ne soit pas de la même époque que les précédents. Dans les trois cas, les débris de végétaux rencontrés semblent avoir été transportés par le vent et recouverts par des pluies de cendres, d'où, en général, leur belle conservation.

EXAMEN CRITIQUE DES VÉGÉTAUX FOSSILES DE VARENNES ÉTUDIÉS PAR L'ABBÉ BOULAY

Mnium... ?
Hypnum... ?
Polypodium vulgare L.
Torreya nucifera Sieb. et Zucc.
Juniperus... ?
Picea... ?
Abies... ?
Pinus... ?
Cedrus... ?
Bambusa cambonensis N. Boul.

Typha latissima Al. Br. — Portion de feuille. Boulay reconnaît lui-même qu'il n'est pas possible de préciser à quoi répondent ces empreintes.

Potamogeton quinquenervis N. Boul. comparable aux *P. obtusifolius*, *compressus* et *acutifolius* actuels. Existe aussi dans le Miocène supérieur de Chambeuil, Cantal.

Salix integra Gœpp. — L'identité d'une feuille de Varennes avec une des feuilles de la *Flora tertiaria Helvetiæ* inscrites sous ce nom par Heer est, en effet, évidente. Mais le réseau ultime fait défaut de part et d'autre et, en son absence, les caractères diagnostiques sont trop peu nombreux pour permettre d'assigner à cette feuille une place taxinomique valable.

Populus tremula L.
Alnus insignis N. Boul., voisin de l'*A. viridis* actuel.
Betula alba L.
Carpinus Betulus L.
C. orientalis Lam.
Fagus sylvatica L.
Quercus senogalliensis Massal.
Q. Etymodrys Ung.
Q. Cardanii Massal.
Q. Scillana Gaud.
Q. pseudocastanæa Gœpp.
Q. Parlatorii Gaud.
Q. linguiformis N. Boul.

Il existe actuellement, à l'extrémité S.-O. de l'Europe et dans le N. de l'Afrique, trois espèces de chênes, les *Quercus sessiliflora* Ehrh., *Q. lusitanica* Web. et *Q. Mirbeckii* Dur., lesquelles, à peine différenciées par un cantonnement relatif et récent, se lient les unes aux autres par des formes de passage si graduellement ménagées qu'il est souvent malaisé de les distinguer par leurs seules feuilles. Elles semblent avoir eu pour ancêtre commun un Chêne à gamme foliaire très étendue et englobant ces trois types, que l'on retrouve, sous une foule de noms différents, dans le Miocène supérieur de Schossnitz, de Sinigallia, de Joursac, de la Cerdagne et dans le Pliocène inférieur de la vallée du Rhône. Rérolle lui a, le premier, donné le nom synthétique de *Q. hispanica,* nom que nous adoptons ici comme désignation collective des *Q. senogalliensis, Q. Etymodrys, Q. Cardanii, Q. Scillana, Q. pseudocastanæa* et *Q. Parlatorii* signalés par Boulay à Varennes. Quant au *Q. linguiformis*, il s'agit très probablement là d'une feuille à marge non lobée comme on en trouve accidentellement mais fréquemment chez le *Q. sessiliflora.* Nous le rattachons donc au type ancestral et collectif de *Q. hispanica,* qui devient ainsi le seul Chêne admis par nous dans la flore de Varennes.

Myrica gale L. — Cette feuille ne concorde que très imparfaitement avec celles du *Myrica gale.* Nous donnons plus loin les motifs pour lesquels nous la rattachons au *Raphiolepis indica*

Lindl. Le *Myrica gale* nous semble donc devoir être éliminé de la flore fossile de Varennes.

Platanus aceroides Gœpp.

Ulmus ciliata Willd. ? — L'auteur ne propose cette spécification qu'avec un point de doute. Les diverses espèces d'ormeaux sont, en effet, assez difficiles à distinguer les unes des autres par leurs seules feuilles.

« L'Orme de Niac, comme celui de Varennes (ici en question) présente, dit M. Laurent (1), des affinités certaines avec *Ulmus campestris* dont il représente l'ancêtre, ou plutôt la forme paléontologique, sans toutefois pouvoir s'identifier avec lui. » M. Laurent ayant fait des ormeaux fossiles d'Auvergne une excellente étude, nous nous rangeons à son avis en inscrivant sous le nom paléontologique d'*U. Braunii* Heer, les feuilles dubitativement dénommées par Boulay *U. ciliata*.

Ulmus acuminata N. Boul. — Quoi qu'en pense Boulay, qui ne trouve dans la nature actuelle aucune feuille comparable à celle qu'il inscrit sous ce nom, il nous semble qu'elle se place sans effort dans le cycle foliaire de l'*U. campestris*, dont la gamme morphologique est des plus étendues, ce qui revient, en dernière analyse, à la rattacher à l'espèce précédente.

Zelkova crenata Spach.

Planera Ungeri Ett.

Nous considérons ces deux espèces comme synonymes.

Sassafras Ferrettianum Massal.

Laurus sp.

Elæagnus acuminata O. Web. — L'abbé Boulay émet lui-même de tels doutes sur la valabilité de l'attribution proposée pour cette feuille que sa suppression d'un catalogue critique des espèces de Varennes semble être l'expression exacte de sa pensée.

Pterocarya fraxinifolia Spach. — Dans sa *Flore pliocène des cinérites du Pas-de-la Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie (Cantal)* (2), M. Laurent montre que les folioles de Varennes étiquetées sous ce nom par Boulay se rattachent beaucoup plus normalement au genre *Carya*.

---

(1) L. Laurent, Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal). Marseille, Moullot, 22, avenue du Prado, 1908.

(2) Marseille, Moullot, 22, avenue du Prado, 1904.

Comme nous avons, d'autre part, exhumé de ce gisement une foliole de *Carya minor* Sap. et Mar., nous ne croyons pas forcer la vraisemblance en attribuant à cette dernière espèce les folioles rapportées par Boulay au *Pterocarya fraxinifolia*, dont l'existence dans la flore de Varennes n'aurait d'ailleurs rien de disparate avec l'ensemble de cette flore.

Carya bilinica Ung. — Ni le mode de denticulation de la feuille attribuée par Boulay à cette espèce, ni surtout le mode d'anastomose marginale des nervures secondaires, pourvues, en outre, et presque constamment d'intercalaires qui font en général défaut dans les folioles de *Carya*, ne nous permettent de souscrire à la détermination proposée ici par le paléontologiste de Lille.

Tout ce que montre son dessin concorde, au contraire, avec les feuilles de *Cerasus avium* L. ; et nous rappellerons que l'un de nous, sur l'horizon de Joursac, qui se confond presque avec celui de Varennes, a découvert une fleur très complète de Cerisier, *C. palæoavium* Marty, dont le nom indique suffisamment les rapports taxinomiques. Nous croyons donc que la feuille attribuée par Boulay à un *Carya* appartient, en réalité, au Cerisier sauvage de l'Europe occidentale. Toutefois, n'ayant pas vu l'original d'un fossile incomplètement figuré, nous nous bornerons à donner cette suggestion comme une simple probabilité.

Juglans acuminata A. Braun. — Le *J. acuminata* est l'ancêtre direct de notre *J. regia* L. actuel, avec lequel il se confond presque.

J. Sieboldiana Maxim.

Andromeda vacciniifolia Ung. — Fossile trop fruste pour prêter à une détermination valable, donc à éliminer.

Cornus Buchii Heer. — Le sommet de feuille figuré par Boulay, qui rapproche cette espèce du *C. florida* des États-Unis, est, en réalité, tout aussi voisin des formes acuminées du *C. sanguinea* L. Et cette espèce est fréquente dans les cinérites plaisanciennes du Cantal.

Rhododendron retusum Gœpp. — Boulay lui-même reconnaît que des matériaux plus complets seraient nécessaires pour asseoir une opinion bien motivée sur cette feuille, qu'il soupçonne être en réalité une foliole de *Juglans acuminata* accidentellement tronquée au sommet. Comme ces troncatures apicales sont très fréquentes chez les folioles de Noyer qui ont subi des gelées de printemps, nous nous rangeons à l'opinion de Boulay et retranchons le *R. retusum* du catalogue raisonné des espèces de Varennes.

Colutea Salteri Heer. — D'après Heer, cette espèce est voisine du *C. persica* Boissier, actuel. Mais l'empreinte n'est pas assez complète pour que nous en fassions état.

Cassia Berenices Ung. — Cette foliole concorde très imparfaitement avec les figures de la *Flora tertiaria Helvetiæ* que propose Boulay comme termes de comparaison. Il pourrait s'agir tout aussi bien d'une foliole de *Sapindus*, et mieux encore de certaines folioles à sommet un peu obtus de *Pistacia vera* L. Au demeurant, ce fossile nous paraît entaché de trop de doutes, quant à sa place taxinomique, pour être maintenu ici.

Cassia phaseolites Ung. — Les analogies de la foliole de Varennes avec l'espèce type sont assez vagues. L'absence de tout réseau inférieur à celui de la nervation secondaire empêche d'ailleurs d'arriver en ce qui la touche à une détermination rigoureuse. Mais comme elle concorde, en effet, par ce qu'on en voit, avec les folioles de plusieurs Casses, dont quelques-uns, telle que *C. marylandica*, remontent assez loin vers le Nord, nous maintenons le *C. phaseolites* de Boulay dans notre catalogue de Varennes.

Celastrus acheruntis Ett. — L'un de nous croit avoir démontré que la feuille ainsi dénommée par Boulay appartient en réalité à l'*Ilex decidua* Walt. des États-Unis.

Rhus Heufleri Heer. — Les folioles de Varennes ne peuvent appartenir à cette espèce, car elles ont la marge plus ou moins lobulée-dentée, tandis que celle-ci est parfaitement entière dans les folioles figurées par le paléontologiste de Zurich. D'ailleurs, Heer rapproche son espèce de formes du Cap de Bonne-Espérance qu'il serait bien invraisemblable de retrouver dans une flore de l'âge et du caractère de celle de Varennes. Les folioles de ce gisement rapportées par Boulay au *R. Heufleri* étant ambiguës et peu caractérisées, nous croyons prudent de n'en pas faire état.

Acer pseudoplatanus L.

A. lætum C. A. Mey.

A. decipiens A. Br.

A. angustilobum Heer. n'est représenté que par des samares. Boulay suppose avec raison que celles-ci appartiennent en réalité à l'*A. decipiens*. L'*A. angustilobum* est donc à supprimer de la liste des espèces de Varennes.

A. campestre L.

Dombeiopsis sp. — Cette feuille ressemble tellement à celles du *Paulownia europæa* Laur, des cinérites plaisanciennes du Cantal que nous croyons pouvoir l'y rattacher sans hésitation.

Sterculia obtusiloba N. Boul. — La nervation à partir du réseau de second ordre et la base de cette feuilles sont trop mal conservées pour qu'il soit permis d'en faire état.

ESPÈCES DE VARENNES
publiées depuis le mémoire de Boulay.

En 1912, l'un de nous a fait paraître de ce gisement, dans la *Revue d'Auvergne* « *Trois espèces nouvelles pour la flore fossile du Massif Central* ». Nous les figurons de nouveau ici à titre documentaire.

Il s'agit de deux houx et d'un rosier.

Le rosier, *Rosa Glangeaudi* Marty est presque identique au *R. Sayi* Schw. des États-Unis.

Les houx appartiennent à deux espèces encore vivantes, l'*Ilex balearica* Desf., qui n'a été signalé à l'état fossile, si nous sommes bien renseignés, que dans le Plaisancien de la vallée du Rhône et l'*Ilex decidua* Walt., dont l'identité avec une des feuilles considérées par Boulay comme une foliole de *Rhus Heufleri* ne paraît pas faire de doute.

DESCRIPTION DES ESPÈCES NOUVELLEMENT DÉCOUVERTES DANS LE GISEMENT DE VARENNES

Conifères.

Ginkgo biloba Kæmpf. (Pl. 11, fig. 1)

Description du fossile. — Feuille flabelliforme, décurrente sur un long pétiole. La partie distale de la marge fait défaut. Nervation serrée, en branches d'éventail, à nervures simples ou bifurquées. — Deux exemplaires.

Comparaison avec la flore actuelle. — Feuille strictement identique à celles du *Gingko biloba* actuel du Japon.

Comparaison avec la flore fossile. — Il est inutile d'insister sur des rapports bien mis en évidence par le marquis de Saporta dans son *Origine paléontologique des Arbres.* Fixé dès le début de l'ère tertiaire, le type du *G. biloba* se retrouve d'une part (sous le nom de *Salisburia adiantoides* Ung.) dans le Pontien de Sinigallia et de l'autre dans le Plaisancien de Saint-Marcel d'Ardèche, d'où l'abbé Boulay a extrait de cette espèce plusieurs feuilles dont il a communiqué à l'un de nous de bons dessins. Aucun indice ne permet, jusqu'ici, de supposer que l'Arbre aux quarante écus ait survécu en France, au Pliocène inférieur. Il n'avait jamais été signalé, à notre connaissance, dans la flore fossile du Massif Central.

Typhacées.

Sparganium sp...? (Pl. II, fig. 2).

Description du fossile. — L'objet décrit sous ce nom présente l'aspect d'une ampoule terminée par un col recourbé. On peut voir, dans le corps du fossile, un carpelle et, dans le bec, le style de ce fruit. — Exemplaire unique.

Comparaison avec la flore actuelle. — On trouve des akènes de même forme dans plusieurs espèces appartenant à des genres disparates ; tels que *Geum urbanum* parmi les Rosacées, *Ranunculus alpestris* et *Thalictrum macrocarpum* parmi les Renonculacées, chez certains Potamots, enfin chez les *Sparganium* parmi les Typhacées. Mais cet objet manque de caractères assez distinctifs pour permettre d'opter nettement en faveur d'un de ces genres à l'exclusion des autres. C'est cependant avec les akènes de *Sparganium* qu'il semble avoir le plus de ressemblance et l'attribution simplement suggérée ici s'accorderait mieux que toute autre avec le milieu aquatique du dépôt fossilifère de Varennes (1).

(1) Il est possible que les feuilles de Varennes signalées par Boulay sous le nom de *Typha latissima* et le fruit que nous venons de décrire appartiennent en réalité à la même espèce, les feuilles de *Typha* et de *Sparganium* étant très semblables.

Comparaison avec la flore fossile. — M. Laurent a décrit, du Sannoisien de Menat, un fruit fossile presque identique à celui de Varennes, et, sans rien affirmer de positif, a montré ses étroits rapports avec le *Sparganium stygium* Heer, de la flore tertiaire arctique.

Celtidées.

Celtis Japeti Ung. (Pl. II, fig. 4).

Description du fossile. — Feuille presque entièrement mutilée d'un côté, longuement ovale, à sommet progressivement atténué et à base un peu cunéiforme. Marge ondulée, grossièrement dentée en scie, à dents de dimensions très irrégulières. Première nervure latérale ou basilaire, très ascendante au bord de la marge, rameuse à sa face externe. Seconde nervure latérale émise à égale distance de la base et du sommet de la feuille, suivie de quatre autres également espacées entre elles. Ces nervures secondaires sont flexueusement anastomosées entre elles. Réseau tertiaire formé de nervilles transverses, perpendiculaires à la médiane, simples ou bifurquées, envoyant dans les dents d'ultimes anastomoses. Réseau de quatrième ordre presque invisible, formé de veinules bifurquées et se réunissant les uns aux autres au milieu des aires délimitées par les tertiaires. — Exemplaire unique.

Comparaison avec la flore actuelle. — Au sujet de la place taxinomique à assigner à ce fossile, l'hésitation ne paraît guère possible qu'entre les genres *Urtica* et *Celtis.*

Il existe, en effet, des feuilles d'*Urtica dioica* L. et de *Celtis australis* L, qui se ressemblent à tel point qu'il faut recourir à une analyse assez minutieuse pour les distinguer. Mais, à y regarder de près, on s'aperçoit que, chez *Urtica dioica*, les dents de la marge forment des angles moins aigus que chez celles de *Celtis* et qu'elles sont, en outre, terminées par une languette et creusées à leur surface de cavités punctiformes résultant de l'insertion de poils vésicants, caractères qui font défaut chez le Micocoulier de Provence. Enfin, l'Ortie étant une plante herbacée, dont les feuilles ne se désarticulent pas, il y a peu de probabilité d'en rencontrer les vestiges dans une alluvion lacustre, à éléments flottés, comme celle de Varennes. La feuille de ce gisement que nous discutons ici ne présentant ni ponctuations, ni dents presque obtuses, ni apex en languette, nous la rattachons au genre *Celtis*.

Reste à savoir avec quelle espèce de ce genre elle montre le plus de ressemblance.

L'hésitation n'est permise qu'entre le *Celtis occidentalis* L. américain, d'une part et le groupe eurasiatique des *C. australis* L., *C. caucasica* Willd. et *C. Tournefortii* Lam., de l'autre, les deux derniers desquels ne sont probablement que des formes, différenciées par cantonnement, du second.

La feuille de Varennes s'écarte du *C. occidentalis* par son contour plus allongé, moins élargi du bas, par ses dents plus aiguës, plus ascendantes, par un plus grand espace entre la première paire de nervures latérales et les suivantes, par le nombre moins élevé de celles-ci.

Du *C. Tournefortii* elle a la base atténuée en coin, du *C. caucasica* l'alternance des dents tantôt grandes et tantôt petites, du *C. australis* le grand espace compris entre la première et la deuxième paire de nervures latérales ainsi que le réseau tertiaire orienté à angle droit de la nervure primaire.

Elle apparaît donc, à première vue, comme un type ancestral et synthétique des trois *Celtis* d'Eurasie. Mais le *C. australis* porte souvent des feuilles qui rappellent soit celles du *C. Tournefortii*, soit celles du *C. caucasia*. Ce serait donc en réalité le *C. australis* qui serait la souche toujours vivante des deux autres; et dès lors, il est d'autant plus rationnel de lui rattacher le fossile de Varennes que nous avons observé des feuilles de *C. australis* qui ne diffèrent en rien de celle de ce gisement.

Comparaison avec la flore fossile. — Le type *C. occidentalis* de Virginie se montre en France dès l'Oligocène, où il est représenté, à Armissan, par le *C. primigenia* Sap. qui se prolonge jusque dans le Pliocène inférieur de Niac.

Le *C. Japeti* Ung. du Miocène supérieur de Parschlug et de Joursac, tout en manifestant certaines affinités morphologiques avec le *C. occidentalis*, se rapproche beaucoup plus du *C. caucasica*, simple forme, nous l'avons vu, du *C. australis*. Ce dernier est d'ailleurs représenté sous le nom de *C. Nouleti* Mar. dès l'Eocène supérieur, par des noyaux recueillis dans le Tarn, et sous le nom de

C. begonioides Gœpp. par des feuilles dans le Miocène supérieur de Schössnitz.

Ainsi donc, les deux formes de Micocouliers actuels de l'hémisphère Nord, *C. occidentalis* pour l'Amérique et *C. australis* pour l'Eurasie, paraissent avoir coexisté dès l'Oligocène dans l'Europe occidentale. Mais, tandis que la première en était éliminée au profit de l'Amérique, la seconde continuait à y prospérer en s'étendant vers l'Asie et en y produisant, par cantonnement, les races *C. Tournefortii* pour l'Asie Mineure et *C. caucasica* pour le Caucase et l'Inde.

Comme il semble ressortir de ces constatations que le *Celtis Japeti* serait la forme paléontologique la plus évidente du *C. australis lato sensu*, c'est, en dernière analyse, au *C. Japeti* que nous rattachons le fossile de Varennes, tout en reconnaissant que le nom de *C. australis* lui serait presque aussi légitimement applicable.

Laurinées.

Laurus nobilis L. (Pl. 11, fig. 5, 6, 7).

Description des fossiles. — Feuilles ovales, plus ou moins atténuées aux deux bouts, à marge un peu ondulée. Environ 7 paires de nervures secondaires, émises sous les angles les plus variables, remontantes, flexueuses, bifurquées, raccordées entre elles par une aréolation décroissante. Nombreuses intercalaires. Réseau tertiaire formé de mailles orthogonalement transverses, percurrentes ou bifurquées, délimitant souvent des aires en étoiles pentagonales. Réseau ultime très accusé à la face inférieure, formé de veinules épaisses et circonscrivant des mailles nettement isodiamétrales, présentant parfois des angles nombreux, mais souvent carrées sur de grands espaces. — Nombreux exemplaires.

Comparaison avec la flore actuelle. — Boulay signale à Varennes le genre *Laurus* et dit du fossile qu'il décrit : « Le réseau des nervures du quatrième ordre, composé de petites mailles courtes, polyédriques, correspond à celui des *Laurus ;* la direction rectiligne, très ascendante, des nervures secondaires semble indiquer, de plus, le *Laurus nobilis*. Cependant le fragment de feuille est trop restreint pour autoriser plus qu'une certaine présomption, nullement improbable d'ailleurs, vu que cette espèce était répandue en France durant le Pliocène. » Le fragment figuré par Boulay est, en effet, trop incomplet pour permettre une détermination absolument satisfaisante. Mais les nombreuses feuilles que nous avons découvertes permettent, semble-t-il, de transformer en certitude la présomption suggérée par Boulay. La gamme foliaire exhumée par nous, correspond jusque dans ses moindres détails avec celle que présente le *Laurus nobilis* actuel.

Comparaison avec la flore fossile. — Le *L. nobilis* est très répandu aux divers niveaux du volcan mio-pliocène du Cantal. Il existe, déjà parfaitement caractérisé, dans le Pontien de Joursac et se retrouve, feuilles et fruits, dans les cinérites plaisanciennes, soit sous sa forme méditerranéenne, soit sous sa forme canarienne.

Juglandées.

Carya minor Sap. et Mar. — (Pl. II, fig. 3).

Description du fossile. — Foliole mutilée à la base et au sommet, obovale ; marge dentée, dentation en scie, serrée ; 15 paires de nervures secondaires visibles, émises sous des angles variables, plus ou moins flexueuses, plusieurs fois bifurquées avant d'arriver à la marge, où elles s'anastomosent irrégulièrement entre elles, en envoyant des nervilles dans les dents. Nervures tertiaires perpendiculairement transverses, percurrentes, plus rarement bifurquées. — Foliole unique.

Comparaison avec la flore actuelle. — M. Laurent a montré les liens étroits qui unissent le *C. minor* aux *C. alba* Nutt., *C. porcina* Nutt., *C. tomentosa* Nutt. et *C. olivæformis* Nutt., mais plus particulièrement aux deux premiers, tous deux de l'Amérique du Nord, où ils gravitent autour du quarantième parallèle et dénotent un climat légèrement plus froid que celui de l'isotherme + 15° centigrades.

Comparaison avec la flore fossile. — C'est évidemment au *C. minor*, synonyme lui-même du *C. maxima* Sap., — du Pontien de Joursac, des cinérites plaisanciennes du Cantal et de l'Astien de Meximieux — qu'il faut, comme l'observe M. Laurent, rattacher les folioles de Varennes attribuées par Boulay au *Pterocarya fraxinifolia*, dont la nervation secondaire et la denticulation marginale sont différentes. Quant à la feuille ou foliole du même gisement étiquetée par Boulay *Carya bilinica*, nous avons déjà montré qu'elle devrait plus vraisemblablement être attribuée à un *Cerasus*.

Renonculacées.

Pœonia Moutan Sims. (Pl. 11, fig. 8).

Description du fossile. — Feuille ou foliole de consistance épaisse, à marge entière, elliptique, élancée, longuement, progressivement et également atténuée en pointe aux deux extrémités, asymétrique de la base, un des côtés du limbe étant plus développé que l'autre. Nervure médiane falquée, épaisse. Nervures secondaires au nombre d'environ 7 paires de chaque côté, courbes, émises sous un angle très aigu, surtout la première paire, plus rectiligne que les suivantes. Ces nervures très longuement ascendantes au bord de la marge, anastomosées les unes aux autres par une série d'arcs décroissants et surbaissés. Certaines d'entre elles bifurquées, la branche interne de la fourche recevant, dans ce cas, une intercalaire issue de la médiane. Réseau tertiaire formé sur beaucoup de points de nervures en zigzag émises par la médiane et raccordées aux secondaires, parallèlement auxquelles elles courent, par des nervilles jaillissant du sommet de chacun des angles successifs qui dessinent le zigzag. Réseau ultime à mailles généralement pentagonales et fortement allongées selon l'axe des champs inscrits entre les secondaires. Ce fossile est considéré par nous comme une foliole plutôt que comme une feuille à cause de l'asymétrie de sa base. — Exêmplaire unique.

(A suivre)

NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

D.-D. Waynick and L.-T. Sharp. — **Variability in soils and its significance to past and future soil investigations. II. Variations in nitrogen and carbon in field soils and their relation to the accuracy of field trials.** (*University of California publications in agricultural Sciences*, vol. 4, nº 5, pp. 121-139, 1 text-fig., 1919).

Les données exposées dans ce travail sont relatives à deux champs d'expériences situés dans des régions de sols très différents, l'un argileux et l'autre sablonneux. Les résultats obtenus (dosages de l'Az et du C total) sont exprimés sous forme de tableaux et les auteurs font un long exposé de leur méthode de travail capable, espèrent-ils, d'éviter les conclusions fausses auxquelles on est arrivé dans des travaux antérieurs.

R. Douin

Lucien Chancerel. — **Les arbres : leur biologie, leur classification, leur culture.**

Contribuer à la restauration forestière des régions dévastées,

Mettre en valeur les millions d'hectares incultes qui sont la plaie de notre pays,

Montrer les immenses ressources en arbres de nos colonies pour notre industrie française,

Faciliter la régénération des bois particuliers, épuisés par des coupes sombres,

Reboiser nos montagnes dénudées et les bassins de réception de nos rivières pour créer des quantités de plus en plus grandes de houille blanche,

Stimuler et guider la Sylviculture dont le développement est intimement lié à celui de l'Agriculture, base de notre puissance nationale,

Tels sont les buts que s'est proposé le Conservateur des Forêts Chancerel, en publiant, en même temps, *trois ouvrages* qui représentent *l'ensemble des connaissances forestières,* exposées suivant une méthode *scientifique*, mais *essentiellement pratique*.

I

Pour comprendre la science sylvicole, il est évident qu'avant tout il faut étudier l'arbre en général, son anatomie et sa physiologie, sa biologie : c'est l'objet de l'ouvrage intitulé : *Précis de botanique forestière* *et biologie de l'arbre* (librairie Berger-Levrault, 5, rue des Beaux-Arts, Paris).

L'ignorance des questions sylvicoles (cependant si importantes à tous les points de vue) est telle que cette botanique forestière est la première paraissant en France. L'auteur a adopté, pour l'exposition, un plan nouveau. Habituellement, dans tout traité de botanique, on prend à part les divers membres de la plante, tige, racine, feuille, fleur; et pour chacun séparément, on décrit à la suite : forme extérieure, anatomie, physiologie; le lecteur a déjà parcouru de longs chapitres sur la tige, et n'a pas encore la moindre notion sur la racine. La logique commande tout d'abord la description de ce qui frappe la vue dans l'ensemble des divers membres de la plante, les formes extérieures, la *morphologie externe*. On pénètre ensuite dans la constitution intime du végétal : c'est la *morphologie interne*. L'anatomie de l'arbre étant connue, on peut examiner alors le jeu des organes, en d'autres termes la *physiologie*, avec les deux grandes fonctions de *nutrition* et de *reproduction*.

II

Après avoir étudié *l'arbre en général*, il faut passer en revue *les arbres*.

On connaît peu les arbres de nos pays et on ignore ceux de nos colonies et des régions tropicales. Il est bon de mettre en évidence les précieuses ressources qu'ils peuvent fournir. Or, il n'existe *aucune flore forestière générale* à la fois *scientifique* et *pratique*. C'est une lacune que l'auteur a essayé de combler, en présentant une « *Flore forestière du globe* » (librairie Gauthier-Villars, 55, quai des Grands-Augustins, Paris).

On y examine les principales espèces forestières, en indiquant autant que possible :

1° Leurs caractères botaniques et forestiers;
2° Leurs aires géographiques et leurs stations;
3° Leurs sols préférés;
4° Les races diverses de chaque espèce;
5° La constitution et les propriétés de leurs bois;
6° Leurs produits de toutes sortes;
7° Leurs emplois culturaux;
8° Leurs maladies et leurs ennemis.

Les sylviculteurs, les industriels, les médecins, les explorateurs, les touristes trouveront dans cet ouvrage d'utiles renseignements sur les essences les plus importantes.

III

Quand on possède bien la connaissance des arbres, c'est alors seulement qu'on peut aborder avec fruit l'étude de leur *culture*. Ce sont les principes de cette culture qui sont exposés dans le « *Traité pratique de sylviculture, exploitation forestière de boisement* » (librairie Gauthier-Villars).

Parmi les livres d'enseignement forestier, on trouve des ouvrages *distincts* pour la culture des bois proprement dite, pour leur exploitation, pour leur création en vue de l'extinction des torrents ou de la correction des rivières. Ces trois ordres d'idées ne doivent pas être séparés dans un exposé entrepris en vue de l'instruction et de la vulgarisation.

Boisement, Sylviculture, Exploitation, constituent les trois formes de l'intervention humaine sur la forêt.

On dit habituellement *reboisement :* le terme de *boisement* est plus exact, puisque le rôle du sylviculteur est d'intervenir non seulement sur des terrains antérieurement boisés, mais aussi sur des terrains incultes n'ayant jamais porté de peuplements forestiers.

L'auteur s'est attaché à supprimer toutes les formules et dissertations trop longues ; il les a réduites à des principes très précis, déduits de faits très simples ; son intention a été de réunir, en un minimum de pages, avec le maximum de clarté, toutes les principales connaissances que doit posséder un sylviculteur ou un exploitant de forêts.

L'ensemble des trois ouvrages s'adresse aux botanistes forestiers, aux propriétaires et régisseurs ruraux, aux marchands de bois, aux pépiniéristes, à tous ceux qui comprennent l'importance économique et sociale de l'Arbre. Ils y trouveront la documentation dont ils ont besoin pour cultiver les bois, les exploiter, boiser les terrains incultes.

Si elle est lue, cette œuvre servira la grande cause de la Forêt, et ce sera la récompense de l'effort accompli.

FLORA BATAVA. — Afbeelding en beschrijving dsr Nederlansche Gewassen. 400e et 401e aflevering S'gravenhage, 1920.

Ces livraisons complètent le vingt-cinquième volume dont les parties précédemment parues ont été analysées dans la *Revue générale de Botanique.* Elles comprennent 8 planches en couleurs correspondant à neuf espèces. Une Solanée : *Solanum triflorum* Nutt. importée en Hollande par des semences et originaire de l'ouest des Etats-Unis ; une Graminée : *Stipa Neesiana* Trin. et Rupr., également importée et originaire de l'Amérique du Sud ; et 7 espèces de Champignons Basidiomycètes : 6 Agaricinées : *Inocybe fastigiata* Schœff., *Tricholoma cerinum* P., *Lepiota cinnabarina* Schwein., *Cortinarius (Myxacium) vibratilis* Fr., *Marasmius prasiosmus* Fr., *Clitocybe Clavipes* P. ; et 1 Théléphoracée : *Peniophora quercina* Cooke.

La dernière livraison contient en outre une table des matières se rapportant aux livraisons 384 à 401 qui forment le 25e volume de la Flora Batava ; cette table est établie en latin et en hollandais ; les espèces y sont rangées par ordre alphabétique, d'abord par livraison, puis pour l'ensemble du volume.

Jacques GAUMÉ

CHRONIQUES ET NOUVELLES

MM. Joyeux, Senevet et Desoil, sont nommés Agrégés pour l'Histoire naturelle dans les Facultés de Médecine.

⁂

M. Gaston Bonnier a été élu membre étranger de la Société Hollandaise des Sciences de Harlem.

Nemours. — Imp. Henri Bouloy *Le Gérant :* Henri Bouloy.

NOUVELLES OBSERVATIONS SUR LES CULTURES EXPÉRIMENTALES A DIVERSES ALTITUDES

ET

CULTURES PAR SEMIS

par M. GASTON BONNIER

I

PLANTATIONS DE VÉGÉTAUX VIVACES
(anciennes cultures)

Depuis 1884, à diverses altitudes des Alpes, et depuis 1886, à diverses altitudes des Pyrénées (1), j'avais institué des cultures expérimentales faites sur la même terre, transportée de la montagne dans la plaine, et en prenant, pour sujet d'études, des plantes vivaces. Il s'agissait, dans ces cultures, de rechercher la seule influence du climat, à des altitudes variant entre 700 m. et 2.400 m., sur les variations de forme et de structure d'un *même être* déjà complètement développé dans la plaine et séparé en *plusieurs individus* absolument comparables. Les modifications observées étaient donc indépendantes des variations qui peuvent se produire dans l'œuf, puisque les pieds comparés étaient tous issus de la même graine initiale.

---

(1) Gaston Bonnier :

Note sur des cultures comparées des mêmes espèces à diverses altitudes (*Bulletin de la Société Botanique de France*, t. XXXIV, p. 467 ; 1887).

Étude expérimentale de l'influence du climat alpin sur la végétation et les fonctions des plantes (*Bulletin de la Société Botanique de France*, t. XXXV, p. 436 ; 1888).

Cultures expérimentales dans les hautes altitudes (*Comptes-rendus de l'Académie des Sciences*, t. CX, p. 363 ; 1890).

Cultures expérimentales dans les Alpes et dans les Pyrénées (*Revue Générale de Botanique*, t. II, p. 513, avec figures et 4 planches hors texte ; 1890).

Variations de structure chez les mêmes espèces (*Association française pour l'Avancement des Sciences*, 20ᵉ session, Marseille, 2ᵉ partie, p. 521 ; 1891).

Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin (*Annales des Sciences naturelles*, *Botanique*, 7ᵉ Série, t. XX, 1895).

Modifications des fonctions des végétaux soumis expérimentalement au climat de la région alpine (*Comptes-rendus des séances de la Société de Biologie*, 1895, p. 807).

Je vais rendre compte, dans cette première partie, des résultats qui ont été obtenus par la prolongation de ces cultures de végétaux pris en plaine et transportés dans les zones élevées des montagnes.

Si l'on examine, comme je l'ai fait en 1919, pour les plantes ainsi maintenues à diverses altitudes, dans les Pyrénées, et comme je l'ai constaté antérieurement dans mes cultures des Alpes, on peut faire les remarques suivantes au bout de trente à trente-cinq ans :

1° *En général, tous les plants, originaires de la plaine, sont demeurés en bon état de développement lorsqu'ils appartenaient à des espèces qui peuvent tolérer, à l'état naturel, les différences d'altitudes auxquelles elles ont été plantées.*

En effet, les tentatives de plantations, à de trop grandes altitudes, de spécimens appartenant à des espèces qui, naturellement ne s'y trouvent pas, ne réussissent pas dans la plupart des cas, ou ne peuvent réussir que si l'on sarcle le terrain tout autour d'eux. C'est ainsi, par exemple, que les pieds de Topinambour (*Helianthus tuberosus*) qui avaient donné rapidement des résultats si curieux d'adaptation dans les Alpes ont disparu au bout de dix années, parce qu'ils se trouvaient à une altitude trop élevée (2.400 m.) ; que la Vipérine (*Echium vulgare*) a refusé de s'adapter au Pic d'Arbizon, dans les Pyrénées, tandis que son adaptation a été parfaite à une altitude plus basse, au col d'Aspin.

En sens inverse, des plants pris à des altitudes très élevées et plantés plus bas, n'ont pas vécu pendant plus de quinze ans ; par exemple, les *Salix herbacea* et *Salix reticulata*, provenant de la « Mer de glace » et cultivés aux environs de Chamonix.

Il est vrai que des pieds de certaines espèces se sont maintenus vivants à des altitudes élevées, très supérieures à celles où l'on peut trouver ces espèces à l'état naturel, à Pierre-Pointue (2.400 m.), au Col de la Paloume (2.300 m.), comme on l'a observé aussi dans des cultures faites au Pic du Midi (2.860 m.), mais ces plantes d'altitudes beaucoup plus basses, tout en se conservant indéfiniment vivantes, ne sont pas réellement adaptées, produisent à peine une ou deux feuilles nouvelles chaque année, ne fleurissent pas, ne donnent pas de rejets, et, par conséquent, tout en pouvant se perpétuer, ne peuvent ni se reproduire ni se multiplier.

Toutefois, il n'est pas nécessaire pour que le végétal qui a été planté à une altitude donnée prospère, fleurisse, fructifie et se multiplie par rejets, appartienne à une espèce qui croisse naturellement dans la localité qui, à cette altitude, avoisine la plantation. Il suffit, si le terrain qui l'entoure est sarclé, de façon à éviter la lutte pour l'existence, qu'il soit d'une espèce tolérant cette altitude, dans un climat assez analogue. C'est ainsi, par exemple, que j'ai pu faire prospérer indéfiniment le *Veronica caucasica* Bieb. dans la vallée de Chamonix, où cette espèce du Caucase ne se trouve pas ; ou encore que j'ai pu faire croître, à des altitudes similaires, des espèces exclusivement pyrénéennes dans les Alpes ou des espèces spéciales aux Alpes dans les Pyrénées. Ceci ne peut avoir lieu si le terrain de culture n'est pas sarclé, et si on laisse l'espèce introduite lutter avec la végétation indigène (1).

D'ailleurs, on sait que dans les jardins alpins qui ont été créés en Suisse, en Savoie, en Dauphiné, depuis mes premières cultures, on a acclimaté des espèces de l'Himalaya, de Sibérie, du Caucase, etc.

Mais, que les cultures aient été faites dans des terrains sarclés ou non sarclés, c'est-à-dire qu'on les ait mises ou non à l'abri de la lutte pour l'existence, presque tous les pieds originaires de la plaine se sont parfaitement adaptés au climat alpin, lorsqu'alentour, à la même altitude, se trouvent à l'état naturel l'espèce à laquelle ils appartenaient, ou tout au moins une espèce voisine, et, au bout de trente ou trente-cinq ans, presque tous ces plants avaient subi des modifications importantes de forme et de structure, les rendant identiques en morphologie extérieure et par leur structure anatomique aux plants indigènes croissant à la même altitude, appartenant à la même espèce. Et j'entends ici le mot espèce dans son sens le plus large, dans le sens linnéen ; car si, avec beaucoup de botanistes descripteurs, on décrit sous le nom d'espèces de premier ordre ce que l'on peut appeler des sous-espèces ou des races, on verra plus loin que l'adaptation des plants de plaine transportés dans les altitudes plus ou moins élevées des montagnes peuvent aussi, en bien des cas, subir des changements si grands qu'ils sont devenus identiques aux représentants naturels de ces sous-espèces et de ces races, considérées comme espèces excellentes par les auteurs les plus qualifiés en Botanique descriptive.

---

(1) Voir Gaston Bonnier : La flore des Pyrénées comparée à celle des Alpes françaises (*Association française pour l'Avancement des Sciences ;* 21e session, Pau, 2e partie, p. 396 ; 1892).

Or, sans traiter de cette question pour le moment, je me contenterai de citer les pieds de mes cultures qui, au bout de trente à trente-cinq ans, bien qu'issus de végétaux pris originairement dans la plaine, ne peuvent plus être distingués des végétaux similaires qui croissent naturellement à la même altitude.

Exactement comme chez ces derniers, les plants originaires de la plaine présentent des parties souterraines très développées par rapport à l'ensemble des parties aériennes ; des feuilles à entrenœuds devenant aussi raccourcis que chez les pieds indigènes, d'aussi petite taille dans la zone alpine (d'aussi grande taille dans la zone subalpine) ; des tiges aériennes aussi raccourcies, aussi velues et aussi rapprochées du sol, à écorce épaisse relativement au cylindre central, à tissus de protection très développés.

Aussi bien que chez les représentants indigènes de la même espèce, croissant à la même altitude, ces plants originaires de la plaine ont acquis des feuilles plus épaisses par rapport à leur surface et d'un vert plus foncé ; d'une façon identique, chez les uns et chez les autres, le limbe des feuilles a des tissus assimilateurs mieux disposés pour l'assimilation chlorophyllienne (tissu en palissade plus développé, plus grand nombre de chloroplastes, etc.).

De la même façon, chez les plants issus de la plaine, mais maintenus pendant longtemps dans le climat alpin, aussi bien que chez les plants naturels que l'on peut supposer adaptés depuis bien des siècles, on constate que les fleurs sont, par rapport aux pieds restés en plaine, plus grandes et plus colorées.

Parmi les plantes de mes cultures, on peut citer comme ayant ainsi réalisé une adaptation non pas seulement « dans le même sens » que celle qu'on observe chez les végétaux similaires naturellement alpins, mais une adaptation morphologique et anatomique *absolument complète* en trente ou trente-cinq ans, ceux appartenant aux espèces suivantes :

Caltha palustris L. (Alpes).
Helianthemum vulgare Gærtn. (Pyrénées).
Polygala vulgaris L. (Alpes).
Silene nutans L. (Pyrénées).
Silene inflata Sm. (Alpes).
Hypericum perforatum L. (Alpes).
Lotus corniculatus L. (Alpes et Pyrénées).
Trifolium pratense L. (Alpes).
Anthyllis Vulneraria L. (Pyrénées).
Ononis Natrix L. (Pyrénées).
Ononis repens L. (Pyrénées).
Potentilla Tormentilla Nestl. (Alpes et Pyrénées).
Potentilla argentea L. (Alpes).
Potentilla reptans L. (Alpes).
Fragaria vesca L. (Alpes).
Rubus idæus L. (Alpes et Pyrénées).
Alchimilla vulgaris L. (Alpes).
Poterium Sanguisorba L. (Alpes et Pyrénées).
Epilobium montanum L. (Alpes et Pyrénées).
Ribes Uva-crispa L. (Alpes).
Buplevrum falcatum L. (Alpes et Pyrénées).
Galium Cruciata Scop. (Alpes et Pyrénées).
Galium verum L. (Alpes et Pyrénées).
Scabiosa Succisa L. (Alpes et Pyrénées).
Knautia arvensis Coult. (Alpes et Pyrénées).
Achillea Millefolium L. (Alpes et Pyrénées).
Leucanthemum vulgare Lam. (Alpes).
Bellis perennis L. (Alpes).
Solidago Virga-aurea L. (Alpes et Pyrénées).
Gnaphalium silvaticum L. (Alpes et Pyrénées).
Cirsium lanceolatum Scop. (Pyrénées).
Leontodon proteiformis Vill. (Alpes).
Taraxacum Dens-leonis Desf. (Alpes et Pyrénées).
Hieracium Pilosella L. (Pyrénées).
Campanula rotundifolia L. (Alpes et Pyrénées).
Vaccinum Myrtillus L. (Alpes et Pyrénées).
Calluna vulgaris Salisb. (Alpes et Pyrénées).
Vincetoxicum officinale Mœnch. (Alpes).

Veronica officinalis L. (Pyrénées).
Brunella vulgaris L. (Alpes et Pyrénées).
Teucrium Scorodonia L. (Alpes et Pyrénées).
Calamintha Acinos Clairv. (Pyrénées).
Betonica officinalis L. (Pyrénées).
Salvia pratensis L. (Pyrénées).
Mentha silvestris L. (Pyrénées).
Thymus Serpyllum L. (Alpes et Pyrénées).
Chenopodium Bonus-Henricus L. (Alpes et Pyrénées).
Urtica dioica L. (Alpes et Pyrénées).
Carex hirta L. (Alpes).
Carex glauca Scop. (Alpes).
Carex flava L. (Alpes et Pyrénées).
Molinia cærulea Mœnch. (Alpes et Pyrénées).
Trisetum flavescens P. B. (Alpes et Pyrénées).
Agrostis vulgaris With. (Alpes et Pyrénées).
Juniperus communis L. (Alpes et Pyrénées).
Pteris aquilina L. (Pyrénées).
Polypodium vulgare L. (Alpes).
Polystichum Filix-femina Roth. (Alpes).

Le temps que ces plants divers ont mis pour s'adapter complètement au climat alpin est variable suivant les espèces. C'est ainsi que l'adaptation absolue de forme et de structure s'est produite au bout de huit à dix ans pour les *Buplevrum falcatum* et *Galium verum* par exemple, tandis que le *Thymus Serpyllum*, le *Juniperus communis* et le *Calluna vulgaris* ont exigé plus de vingt-cinq années pour s'adapter entièrement.

2° *Les plants de plusieurs espèces, originaires de la plaine, se sont souvent modifiés par l'adaptation au climat alpin, de façon à devenir identiques à des formes alpines (qu'on peut qualifier si l'on veut de sous-espèces ou de races), qui ont été décrites par plusieurs auteurs comme des espèces de premier ordre.*

Je citerai, à ce sujet, les exemples suivants :

Helianthemum vulgare Gærtn. — Les plants, issus de la plaine, maintenus pendant plus de trente ans à 2.400 m. d'altitude, ont acquis tous les caractères de l'*Helianthemum grandiflorum* DC., à savoir : feuilles poilues, surtout à la face inférieure ; pétales d'un jaune éclatant, de plus de 12 millimètres de longueur ; sépales ovales, de plus de 10 millimètres de largeur.

Polygala vulgaris L. — Les plants, issus de plaine, maintenus pendant vint-cinq ans à 1.800 m. d'altitude ont présenté peu à peu un nombre important des caractères qui définissent le *Polygala alpestris* Rchb., à savoir : tige souterraine relativement épaisse et très développée ; feuilles moyennes recouvrant la base de l'inflorescence laquelle est courte et à fleurs serrées ; grands sépales à nervure médiane simple, à nervures secondaires peu ramifiées, ordinairement non réunies aux nervures latérales par un réseau ; fruits mûrs plus larges que les grands sépales persistants.

Silene nutans L. — Les plants, issus de la plaine, maintenus pendant trente-quatre ans à 2.300 mètres d'altitude, ont acquis les caractères du *Silene spathulæfolia* Jord. Ce sont : feuilles inférieures largement en forme de spatule ou à contour arrondi ; inflorescence presque en pyramide, à fleurs peu penchées ; dents du fruit ordinairement dressées.

Silene inflata Sm. — Déjà, au bout de six ans, comme je l'avais décrit antérieurement, les pieds de cette espèce, pris en plaine, et transportés à 2.300 m. d'altitude, ressemblaient beaucoup au *Silene alpina* Thomas ; mais la ressemblance était encore plus grande vingt ans après : plante de 8 à 18 cm. ; feuilles épaissies, ciliées ; fleurs solitaires ou au nombre de deux sur les tiges florifères ; fruit presque globuleux.

Lotus corniculatus L. — Au bout de dix ans, les pieds transplantés à de grandes altitudes s'étaient déjà considérablement modifiés ; mais, à la longue, ils sont devenus identiques à ceux du *Lotus alpinus* Schleich. qui croît naturellement aux mêmes altitudes supérieures, comme l'indique la description suivante :

Rhizome très épais, à ramifications extrêmement allongées dans la terre ; tiges fleuries naines, souvent couchées sur le sol ; feuilles très épaisses, d'un vert intense, à folioles petites presque sans pétiolule ; stipules ovales, arrondies à la base, beaucoup plus longues que le pétiole ; tissu en palissade occupant la presque totalité ou la totalité de l'épaisseur du limbe ; fleurs solitaires ou groupées par 2 à 3, rouges ou rougeâtres, à carène d'une couleur plus intense encore, à ailes arrondies, non tronquées au sommet; graines petites, ovoïdes et presque comprimées.

Trifolium pratense L. — Les échantillons plantés aux stations supérieures se sont tellement adaptés qu'ils présentent à peu près, au bout de trente saisons, tous les caractères du *Trifolium nivale* Sieb., à savoir : feuilles velues, surtout les supérieures ; plante de 6 à 25 cm. ; stipules velues dans leur partie extérieure ; tissu en palissade très développé : capitules de fleurs presque globuleux ; calice très velu ; fleurs d'un rose terne (à 2.300 m.) ou d'un rose vif (à 1.580 m.).

Anthyllis Vulneraria L. — Les pieds des hautes altitudes avaient déjà acquis, au bout de six années, une partie des caractères de l'*Anthyllis alpestris* Rchb. (*Anthyllis Dillenii* Boreau, *Anthyllis affinis* Brittinger) ; par la suite, la transformation s'est trouvée complétée, et les échantillens présentaient les caractères de cette dernière espèce : tiges simples, peu ou pas feuillées dans toute leur partie supérieure ; 2 à 3 feuilles, à folioles peu nombreuses, parfois réduites à une seule foliole, épaisses, à tissu en palissade très développé ; calice de la couleur de la corolle, à nombreux poils allongés ; corolle rouge ou orangée, rarement d'un beau jaune foncé.

Alchimilla vulgaris L. — Presque tous les échantillons, plantés à diverses altitudes, ont, peu à peu, présenté les caractères de l'*Alchimilla alpestris* Schmidt, à savoir : rhizomes développés ; tiges florifères plus ou moins réduites, ayant à leur base des poils appliqués ; feuilles à lobes élargis et à dents souvent inégales ; inflorescence plus ou moins ramassée.

Scabiosa Columbaria L. — Les pieds des stations supérieures avaient pris déjà, après six saisons, l'aspect du *Scabiosa lucida* Vill. ; cette ressemblance s'est accentuée dans les saisons suivantes, la plante ne produisant qu'une tige florifère dont toutes les feuilles, à divisions larges et peu nombreuses, sont à la base et dont les arêtes du calice sont un peu élargies vers le bas.

Knautia arvensis Coult. — Des échantillons plantés dans les Alpes, à 1.500 m. d'altitude, sont devenus très semblables aux exemplaires naturels de *Knautia collina* G. G., présentant une tige florifère à un seul capitule, des feuilles très velues, presque cotonneuses, les inférieures courtes, à divisions obtuses, celles situées le long de la tige peu nombreuses et beaucoup plus petites que les autres ; fruits tombant facilement et tôt.

Solidago Virga-aurea L. — Les pieds, issus de plaine, cultivés à de hautes altitudes ont promptement acquis, et ensuite conservé indéfiniment, les caractères du *Solidago alpestris* W. et K., à savoir : inflorescence simple, formée de capitules relativement grands, portés chacun par un petit rameau très court ; feuilles assez épaisses, d'un vert intense, à tissu palissadique très différencié ; tige souterraine extrêmement développée.

Gnaphalium silvaticum L. — Issue de plaine et plantée à 2.400 m d'altitude dans les Alpes et les Pyrénées, cette plante a pris tous les caractères du *Gnaphalium alpestre* Gilib. : tiges florifères courtes, arquées ; capitules serrés et disposés en grappe peu allongée ; feuilles un peu épaissies ; involucres à bractées largement bordées de brun foncé.

Leontodon proteiformis Vill. — Les pieds de cette espèce, transportés dans les hautes altitudes des Alpes, se sont totalement transformés, après six saisons seulement, en *Leontodon alpinum* Vill. qui a des fleurs orangées, au moins sur la face inférieure des ligules, une tige souterraine épaisse ne produisant qu'une seule rosette florifère, des feuilles hérissées de poils blancs et seulement dentées.

Veronica officinalis L. — Dans les Pyrénées, à 1.800 m. d'altitude, les plants de plaine de cette espèce ont acquis, au bout de vint-cinq ans, les caractères du *Veronica Tournefortii* Rchb., c'est-à-dire ont présenté des feuilles largement ovales, d'un vert foncé, velues ; des tiges et des inflorescences très poilues, des tiges allongées, à nombreuses racines adventives, des tiges souterraines développées et des corolles d'un bleu foncé.

Calamintha Acinos Clairv. — Cette plante annuelle ayant été semée sur la chaîne de l'Arbizon, dans les Pyrénées, a donné des exemplaires qui sont devenus vivaces, dont les tiges florifères prennent une consistance dure et ligneuse dans leur partie inférieure, dont les feuilles sont à peine dentées, dont la corolle est grande et d'un violet éclatant, c'est-à-dire ayant acquis presque tous les caractères du *Calamintha alpina* Lam. ; à la longue, un autre caractère s'est ajouté aux précédents pour accentuer la transformation : la dent médiane de la lèvre supérieure du calice est devenue allongée au lieu d'être ovale-arrondie comme dans le *C. Acinos*.

Thymus Serpyllum L. — Cette espèce est une de celles qui ont le plus résisté à l'adaptation alpine. Toutefois, après trente saisons, les échantillons transplantés aux altitudes supérieures ont fini par acquérir presque tous les caractères du *Thymus polytrichum* A. Kerner. Ces plants ont, en effet, sur la tige, des poils aussi larges que le diamètre des tiges ; les feuilles sont poilues, blanchâtres sur les deux faces ; le calice est hérissé de poils ; l'inflorescence est assez ramassée et très velue.

Juniperus communis L. — J'ai déjà publié (1895), les observations faites sur la transformation de cette espèce en *Juniperus nana* Willd. Pendant les saisons suivantes, les caractères acquis par le changement de climat se sont intégralement maintenus, aussi bien dans la forme extérieure que dans la structure anatomique.

3° *Toutes les espèces à aire altitudinale étendue ont un* optimum *d'altitude pour leur meilleur développement.*

Il est évident que toute espèce a un maximum d'altitude, puisqu'à des altitudes très élevées, il ne croît plus aucun Phanérogame. Il est évident aussi que toute espèce n'est pas d'autant plus adaptée au climat alpin qu'elle se trouve à une plus grande hauteur au-dessus du niveau de la mer. Les végétaux qui croissent naturellement aux plus grandes altitudes, lorsqu'ils dépassent, pour une espèce donnée, une certaine cote, ont un développement *moindre* qu'à une altitude relativement plus basse. C'est ainsi que les quelques espèces de Phanérogames que l'on peut rencontrer encore à plus de 4.000 m. dans les Alpes et sur les sommets les plus élevés des Pyrénées évoluent à peine chaque année, fleurissent sans fructifier ou même ne fleurissent jamais.

La durée assez longue des cultures que j'ai établies, particulièrement par les pieds de la même espèce et du même être initial, transplantés à des altitudes diverses depuis trente à trente-cinq ans, m'a permis d'apporter quelque précision sur l'*optimum* d'altitude que l'on pourrait déterminer pour chaque espèce.

D'une manière très générale, si on examine l'adaptation comparée des individus issus d'un même être initial pris en plaine, on peut remarquer expérimentalement que la plupart des caractères d'adaptation alpine varient de le manière suivante. A mesure que l'altitude augmente, on voit par exemple les feuilles devenir plus vertes, les fleurs se revêtir d'un coloris plus intense, mais tout ceci seulement jusqu'à une certaine altitude, qui est à peu près déterminée pour chaque espèce (dans la même exposition et en terrain découvert et toujours sur le même sol, bien entendu). Mais ensuite, si l'on a continué à planter les pieds de ce même être initial à des altitudes de plus en plus grandes, on voit, au contraire, les feuilles devenir moins vertes, les fleurs de couleur moins intense et, en même temps, la fructification moins développée.

Il est vrai que l'on peut trouver encore, à mesure que l'altitude augmente au-dessus de celle qui correspond à ce que l'on peut appeler l'altitude *optima* du développement, d'autres caractères d'adaptation alpine qui continuent à s'accentuer ; ce sont surtout ceux qui correspondent à la résistance au froid, tels que la villosité plus grande, la taille réduite de la plante ou la disposition des tissus protecteurs.

Toutefois, l'on peut être induit en erreur sur les conclusions à tirer de ces modifications si les observations ne sont faites qu'au bout d'un nombre d'années assez restreint, variable d'ailleurs suivant chaque espèce. En effet, chez les pieds qui peuvent résister à la transplantation subite depuis la plaine jusqu'à de grandes altitudes, il se produit d'abord une sorte de réaction contre le changement de climat qui se manifeste, entre autres caractères, par les tiges plus rapprochées du sol, par des feuilles plus serrées et plus épaissies, par des parties souterraines plus développées ; mais, à la longue, au bout d'un nombre plus grand d'années, plusieurs de ces caractères s'atténuent ; le végétal vit encore, persiste, mais il a perdu une partie des caractéristiques d'adaptation qu'il avait acquises tout d'abord par réaction contre le brusque changement de climat.

C'est ainsi, qu'au bout d'un temps suffisant, toutes ces différences se régularisent peu à peu, et que les plants cultivés de chaque espèce, à des altitudes différentes, finissent par présenter un *optimum* d'altitude qui correspond sensiblement à celui que l'on peut déterminer, en moyenne, par l'observation directe des végétaux naturels appartenant à la même espèce.

Je citerai quelques exemples à cet égard.

Le *Thalictrum minus* de plaine. planté en 1886, à 1.530 m. d'altitude dans les Pyrénées, avait produit, à cette hauteur, en 1891, des feuilles dont le tissu en palissade était plus développé que celui des pieds comparables plantés à 1.250 m. d'altitude et ces derniers avaient des feuilles dont le même tissu était plus différencié et plus étendu que dans celles du pied initial resté en plaine. Or, en 1919, les feuilles de ces exemplaires croissant à 1.250 m. avaient *accentué* ce caractère d'adaptation, tandis qu'il s'était *atténué* chez les pieds transplantés à 1.530 m. depuis trente-quatre ans. Il semble donc que l'optimum de développement de cette espèce se trouve vers 1.200 à 1.300 m. d'altitude. Et l'on voit par là qu'on aurait pu être trompé par des observations faites seulement au bout de sept années.

Pour d'autres espèces, les modifications de forme et de structure se sont établies plus rapidement. Ainsi, au bout de six années, j'avais observé un optimum d'adaptation et de développement, vers 1.000 m. d'altitude, dans des cultures de *Caltha palustris* par rapport à celles comparables, faites à 50 m. et à 2.030 m. d'altitude. Cet optimum s'est maintenu indéfiniment. Il en est de même pour l'optimum d'altitude du *Silene inflata*.

En certains cas, l'on éprouve une difficulté spéciale pour déterminer l'optimum d'une espèce transplantée à diverses altitudes, c'est lorsque les pieds de plaine ainsi plantés s'adaptent tellement au climat alpin qu'ils deviennent peu à peu semblables à une forme du même genre déjà décrite comme espèce. On a vu plus haut, par exemple, que le *Lotus corniculatus* pris dans la plaine, est devenu, au bout d'un grand nombre de saisons, identique au *Lotus alpinus*. Dès lors, comment déterminer l'optimum de la première espèce ? On ne peut plus constater qu'un fait, c'est qu'à une altitude trop élevée, au-dessus de 3.000 m., les *Lotus* transplantés, aussi bien que ceux qui croissent à l'état naturel, se développent à peine et même ne fleurissent plus. Il en est de même pour l'*Anthyllis Vulneraria* ou pour le *Juniperus communis*.

Le genre *Potentilla*, dont j'ai cultivé comparativement trois espèces, à diverses altitudes, peut servir d'exemple au sujet des différences que présentent les espèces d'un même genre. L'optimum d'adaptation alpine paraît être vers 2.000 m. pour le *Potentilla Tormentilla*, vers 1.500 m. pour le *Potentilla reptans* et seulement vers 1.050 m. pour le *Potentilla argentea*.

Les exemples précédents me paraissent suffire pour donner une idée de la façon dont les cultures à diverses altitudes peuvent contribuer à la détermination des optima de développement. J'ajouterai seulement quelques lignes au sujet des espèces arborescentes.

Je n'ai pas planté d'arbres dans mes terrains d'expériences : les expériences de cultures forestières, pour être complètes, exigent, en effet, plusieurs générations successives d'observateurs ; mais, pour les essences très répandues, en choisissant des terrains et des expositions comparables, j'ai pu examiner morphologiquement et anatomiquement la forme et la structure des branches ou des feuilles de même âge. Ainsi peut-on déterminer approximativement la moyenne de l'optimum d'adaptation alpine de chaque espèce, en étudiant les échantillons depuis les arbres de plaine, jusqu'à ceux prélevés sur les derniers exemplaires rabougris qui vivent péniblement aux plus hautes altitudes.

Certains arbres, plantés depuis longtemps par les cultivateurs, à des altitudes diverses, comme le Prunier (*Prunus domestica* L.), et qui ne se trouvent à l'état naturel qu'à de basses altitudes, sont issus certainement des cultures, et par conséquent peuvent faire voir quelles sont leurs adaptations alpines. Pour le Prunier, l'optimum d'adaptation paraît devoir être placé vers 1.500 m. d'altitude.

Les observations faites sur les espèces arborescentes donnent approximativement les valeurs suivantes pour les optima (versants découverts et exposés au Sud).

Cratægus Oxyacantha L. : 1100 m.
Corylus Avellana L. : 1200 m.
Prunus Padus L. : 1300 m.
Fraxinus excelsior L. : 1500 m.
Sorbus Aucuparia L. : 1550 m.
Betula alba L. : 1550 m.
Abies pectinata DC. : 1650 m.
Larix europæa DC. : 2000 m.
Pinus silvestris L. : 1800 m.
Salix reticulata L. : 2300 m.

4° *Les plants pris à d'assez grandes altitudes et appartenant à des espèces spécialement alpines, perdent assez rapidement une partie de leurs caractères d'adaptation au climat alpin ou dépérissent lorsqu'ils sont transplantés à de trop basses altitudes.*

Tout d'abord, il est à peu près évident que si l'on s'adresse, comme dans les cas précédents, à une espèce ubiquiste, pouvant tolérer naturellement les altitudes les plus diverses, on obtiendra en sens contraire les modifications qui ont été constatées, si l'on prend des pieds d'un même être, croissant à une grande altitude et qu'on les plante à des altitudes moins élevées. On assiste alors à une désadaptation alpine ou si l'on veut à l'adaptation au climat des régions inférieures. Il en est de même pour les pieds de plaine qui se sont transformés à de hautes altitudes et que l'on remet ensuite à leur basse altitude première. C'est ce que j'ai montré, par exemple, avec le *Teucrium Scorodonia* ou avec le *Lotus corniculatus* dont j'ai fait des cultures suivies dans le sens altitudinal, puis — avec les mêmes plants — dans le sens inverse.

Mais si l'on s'adresse à des espèces qui croissent exclusivement dans la zone alpine ou même dans la zône subalpine, on obtient bien aussi, pour la plupart d'entre elles, une désadaptation de leurs caractères alpins. Toutefois, en ce cas, les transformations sont beaucoup plus lentes et comparables à celles des plantes qui — exclusivement de plaine — sont brusquement transplantées à de grandes altitudes. On sait d'ailleurs quelles sont les difficultés de toutes sortes qu'éprouvent les horticulteurs ou les amateurs pour maintenir en plaine des cultures de plantes alpines.

En ce qui concerne les observations de désadaptation alpine, j'ai pu les suivre en détail pour la forme et la structure sur des pieds des espèces alpines suivantes transportées à des altitudes plus basses, chez des échantillons qui se sont maintenus dans ces cultures. Ces derniers appartenaient aux espèces suivantes :

Silene rupestris L.
Alchimilla alpina L.
Epilobium alpinum Fries.
Geum montanum L.
Saxifraga aizoides L.
Leucanthemum alpinum Lam.

Carduus defloratus L.
Phyteuma hemisphæricum L.
Campanula rhomboidalis L.
Rhododendron ferrugineum L.
Erinus alpinus L.
Salix herbacea L.
Salix reticulata L.
Allosorus crispus Bernh.

5° *Un certain nombre d'espèces annuelles, prises en plaine, et transplantées à d'assez grandes altitudes, peuvent devenir bisannuelles, perennantes et mêmes vivaces.*

On voit qu'à mesure que l'on s'élève sur les montagnes, la proportion — dans la Flore — du nombre des plantes vivaces augmente de plus en plus, et dans les plus hautes altitudes où peuvent croître encore des phanérogames, toutes les plantes sont vivaces.

J'avais déjà montré autrefois, par un premier exemple (1) que l'on pouvait rendre vivace l'*Arenaria serpyllifolia* L., plante annuelle de nos plaines en la cultivant à des altitudes élevées.

J'ai fait, à ce sujet, d'autres essais de transplantation alpine de plantes annuelles ; je citerai les suivantes :

Le *Senecio vicosus* L. semé près du lac d'Orrédon, dans les Pyrénées (1.800 m. d'altitude) est devenu bisannuel et même pérennant.

L'*Echium vulgare* L. semé près du col d'Aspin, dans les Pyrénées, vers 1.700 m. d'altitude, a donné des exemplaires pérennants et quelques-uns même vivaces, des bourgeons de remplacement se produisant sur la tige souterraine.

Le *Calamintha Acinos* Clairv., dont la transformation est signalée plus haut, semé sur la chaîne de l'Arbizon a fourni des exemplaires devenant vivaces et même sous-frutescents.

Le *Poa annua* L., semé en plusieurs stations des hautes altitudes alpines a fourni des plants devenus complètement vivaces, se multipliant indéfiniment par des rejets souterrains ou par des stolons.

Il est assez facile de concevoir le processus par lequel ces plantes annuelles peuvent devenir vivaces, lorsqu'on les transplante aussi à de grandes altitudes.

---

(1) *Bulletin de la Société Botanique de France* (t. XXI, p. 306).

Dans son étude physiologique sur les plantes annuelles (1), M. Jumelle a fait voir que chez ces plantes, bien qu'elles meurent en général à la suite d'une seule saison, il se produit, à la fin de la végétation, une migration des substances vers la base de la plante, comme cela se produit chez les plantes vivaces, mais — le plus souvent — cette accumulation basilaire de substances nutritives n'est pas suffisante pour permettre au végétal de subsister pendant l'hiver et de produire de nouveaux bourgeons souterrains au printemps suivant, la majeure partie de ces réserves ayant été consommée pour la formation des fruits et des graines.

Mais qu'arrive-t-il si une circonstance quelconque a empêché la plante de fleurir ?

Si par exemple, comme le font les horticulteurs, on emploie la méthode du « pincement », c'est-à-dire si l'on supprime à l'état jeune toutes les branches ou la tige, qui vont donner des boutons floraux, la plante alors peut devenir bisannuelle, pérennante ou même parfois vivace.

C'est aussi ce que Royer (2) a observé souvent à l'état naturel sur certains échantillons d'espèces annuelles qu'une circonstance accidentelle empêche de fleurir pendant la saison qui suit leur germination.

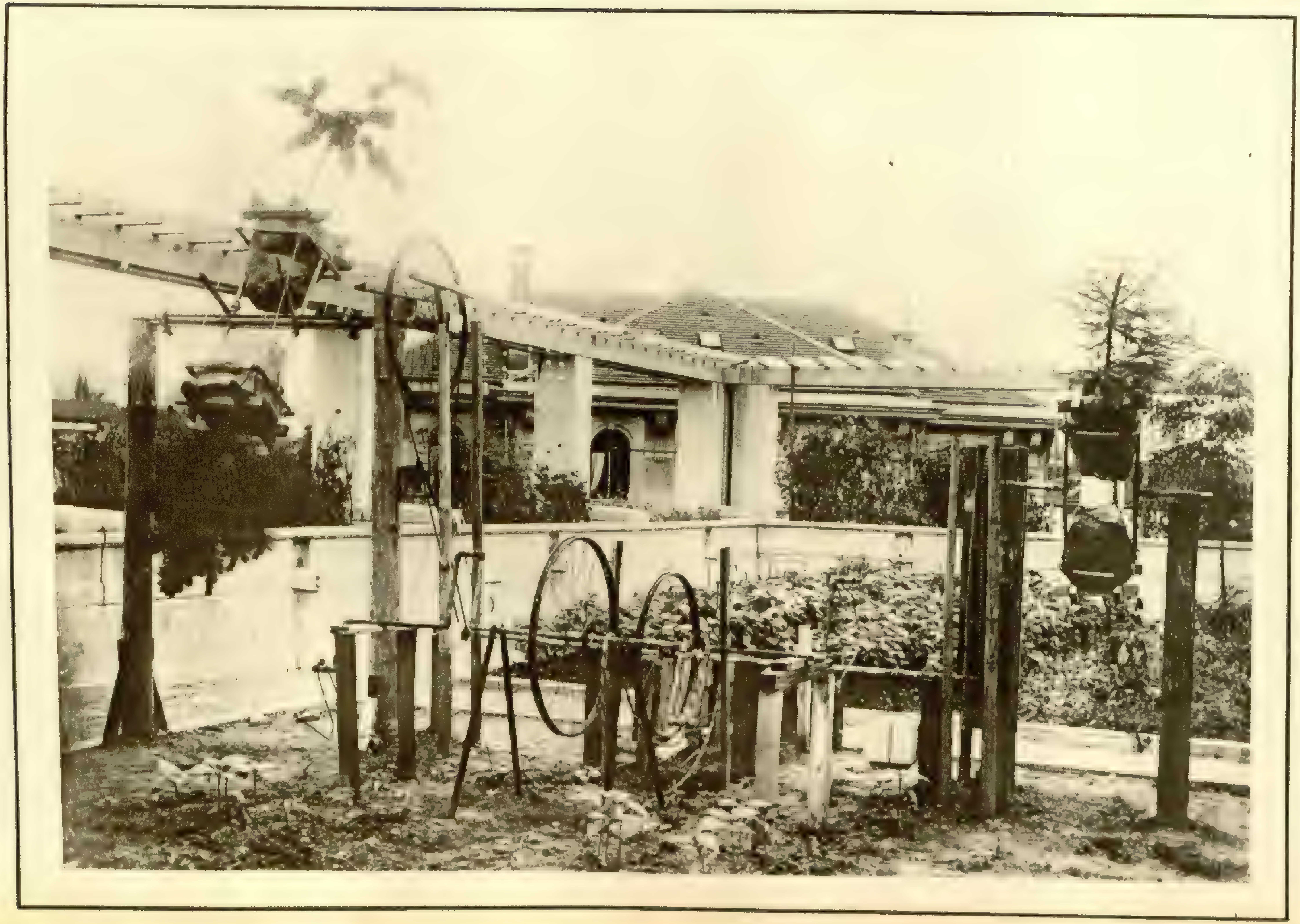
Or, j'ai remarqué que, dans la plupart des cas, les pieds annuels issus de semis faits aux hautes altitudes, pendant la courte saison qui se produit entre les deux neiges, sont devenus bisannuels pérennants ou vivaces sans avoir pu fleurir, la première année, pendant cette courte saison. La migration de substances de réserves (alors non employées en majeure partie à la formation des graines et des fruits) vers la base de la plante, est plus intense, lui permet de subsister pendant l'hiver suivant et de former des bourgeons ou des rejets qui se développeront pendant la courte saison suivante.

On peut donc dire que la pérennité des plantes annuelles est un des caractères acquis dans l'adaptation alpine.

---

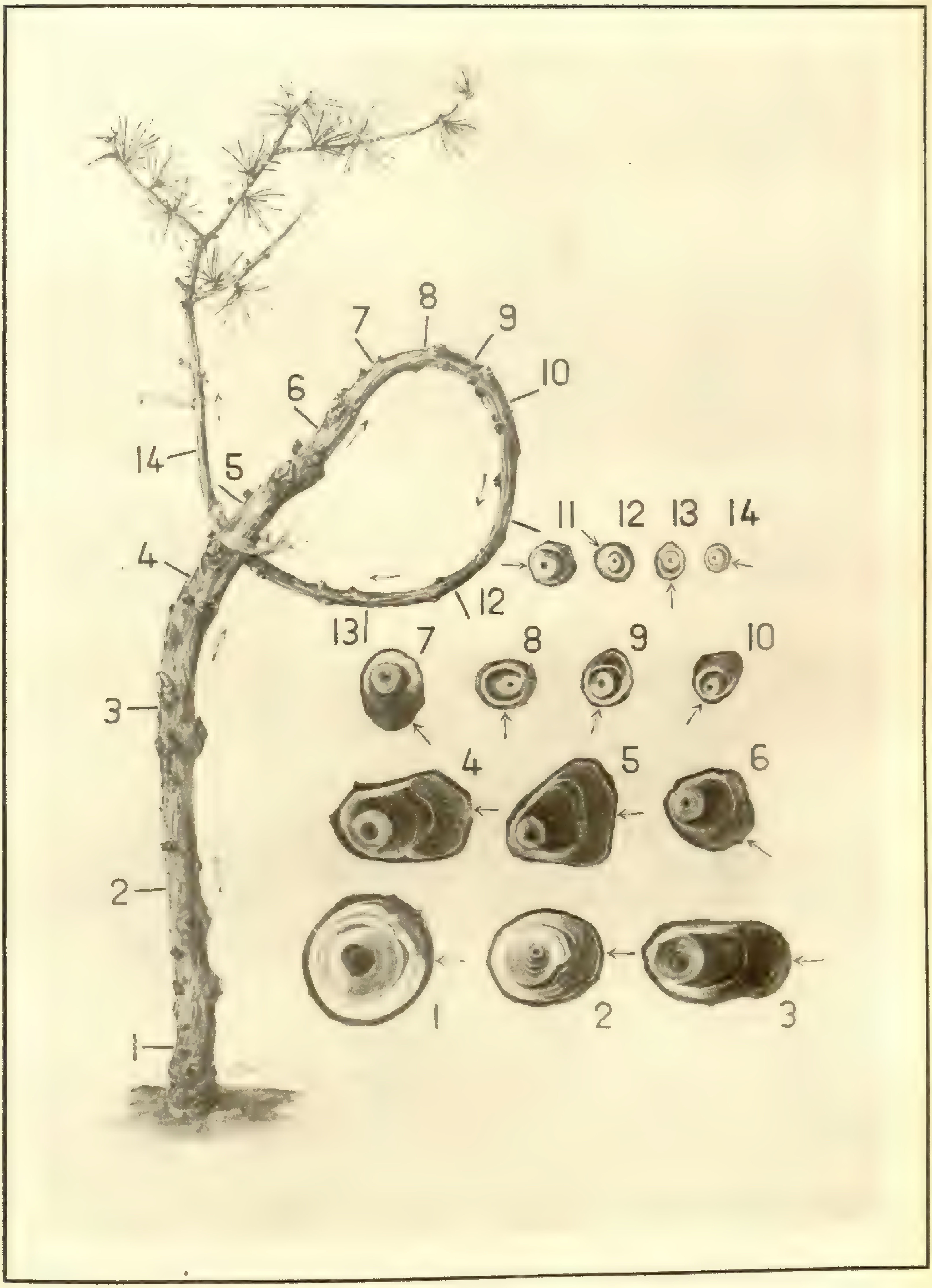
(1) Henri Jumelle : Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles (*Thèse pour le Doctorat es-Sciences*, Paris, 1889).

(2) Ch. Royer : Flore de la Côte-d'Or (Paris, 1881).



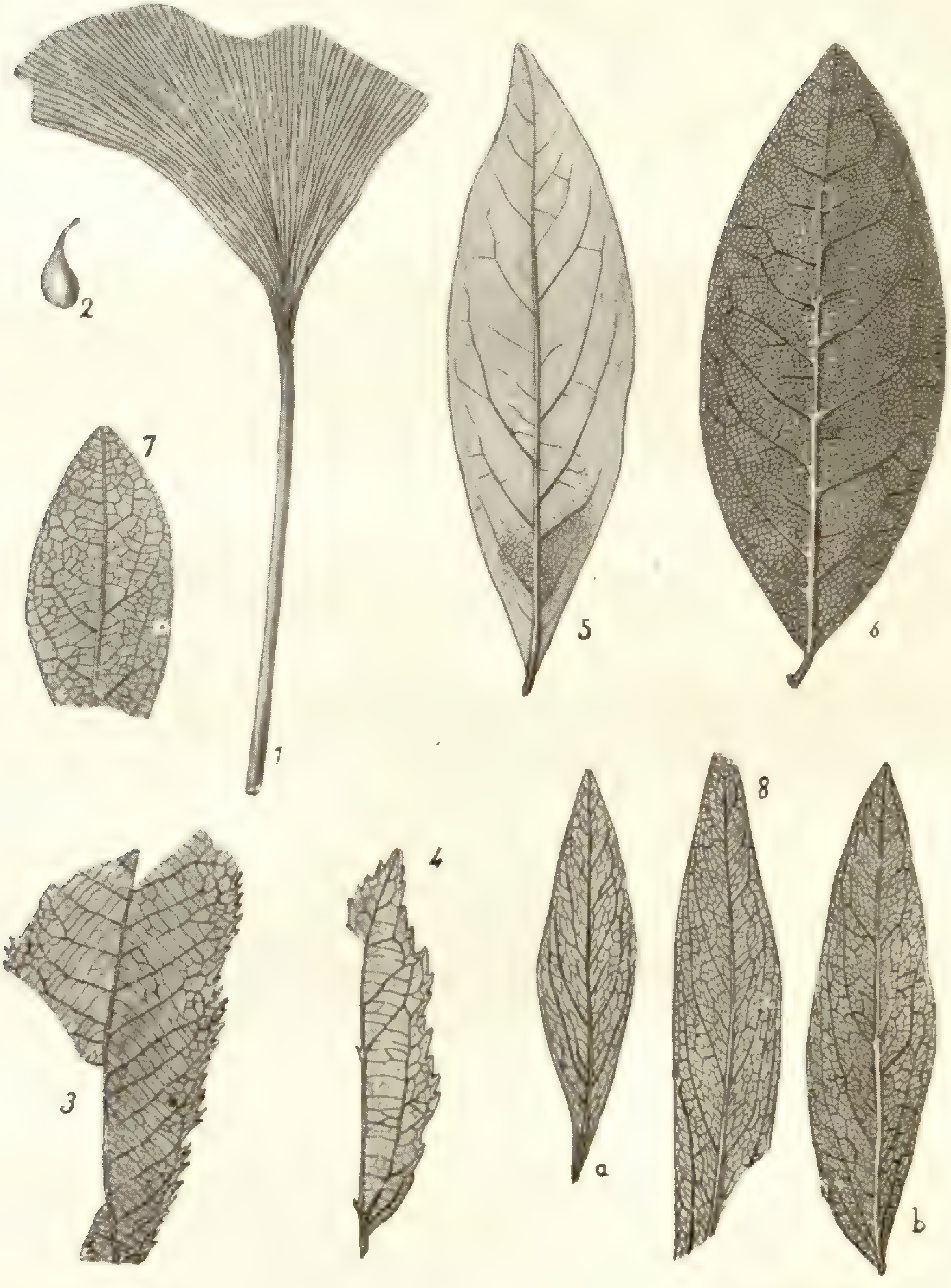
JACCARD, phot. LE DELEY, imp.

Grands rotateurs pour l'étude du géotropisme


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
11 12 13 14
7 8 9 10
4 5 6
1 2 3

Jaccard, phot. Le Deley, imp.

Influence de l'enroulement sur la structure des tiges


1
2
3
4
5
6
7
8
a
b

P. Marty, del. Brun et Cie, sc.

Plantes fossiles de Varennes. I.

II

CULTURES COMPARÉES FAITES PAR SEMIS

Toutes les recherches précédentes, s'adressant en général à des plantes déjà complètement développées, ne peuvent rendre compte de l'influence du climat des hautes altitudes sur le début du développement, sur l'évolution première du vegétal à partir de la germination de la graine. Pour chercher si l'adaptation ne se manifeste pas déjà par quelques indications au début du développement, il est nécessaire de semer les espèces comparativement. Il est vrai que. par ce procédé de cultures provenant de semis comparés, on ne compare plus deux individus d'un même être, on passe par la graine, et par conséquent par l'œuf. Mais il est impossible, dans ce but, de procéder autrement, et pour éliminer les différences pouvant tenir à la diversité des graines, fussent-elles prises sur la même plante de plaine initiale, il suffit de semer simultanément un certain nombre de graines, dans les cultures comparées, et de prendre la moyenne des résultats obtenus.

C'est pour étudier les premiers stades du développement des espèces que j'ai disposé des cultures comparées, en 1919, à une grande altitude dans les Pyrénées, et, d'autre part. dans la plaine.

Les semis ont été établis pour trente espèces de plantes, le même jour, 5 juillet, et sur la même terre, d'une part à Pène-Blanco (2.000 m. d'altitude) sur le Pic-du-Midi-de-Bigorre, d'autre part dans le terrain du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau. Les graines provenaient, pour chaque espèce, de la même plante ayant poussé dans la plaine. Je remercie vivement M. Joseph Bouget, le zélé Botaniste de l'Observatoire du Pic-du-Midi, pour les soins qu'il a donnés aux semis effectués dans la station de Pène-Blanco.

Les germinations, l'évolution des diverses espèces et, lorsqu'il y avait lieu, leur floraison ou leur fructification, ont été suivies pendant la courte saison qui commence en juillet pour se terminer à la fin de septembre, époques où la neige de l'hiver disparaît puis reparaît et se réinstalle pour l'hiver suivant dans la station supérieure. Voici quelques observations parmi celles que j'ai faites à ce sujet.

Naturellement, comme il était facile de le prévoir, étant donnée la grande différence entre les intégrales de températures utiles dans l'une et l'autre des stations, toutes les plantes issues des graines semées à 2.000 m. d'altitude ont acquis une taille beaucoup moindre que celles provenant des graines comparables germant dans la plaine (Voir les pl. 3 et 4). Cette grande différence s'est produite pour les quelques espèces qui ont fleuri et fructifié dans ce court espace de temps, et, dès la première année, dans l'une ou l'autre station, mais elle était encore plus accentuée pour les espèces dont l'évolution avait été retardée par le climat des hautes altitudes. C'est ce qu'indiquent les quelques exemples suivants :

Noms des espèces semées le 1er juillet 1919 dans les deux stations (graines provenant d'une même plante de plaine).	Dates des mesures (1919)	Longueur des échantillons les plus grands	
		Station de plaine (Fontainebleau), altitude : 78m.	Station alpine (Pène-Blanco), alt. : 2.000m.
		cm	cm
Nigella arvensis L.	30 septembre	35	2,5
Papaver Rhæas L.	30 septembre	65	1,1
Sinapis arvensis L.	30 septembre	53	30,3
Lychnis dioica L.	30 septembre	60	2
Saponaria officinalis L.	30 septembre	28	4
Trifolium pratense L.	30 septembre	38	8,3
Medicago sativa L.	30 septembre	62	5,2
Centaurea Cyanus L.	30 septembre	65	35
Lappa minor Mill.	10 et 13 septembre	22	1
Sonchus arvensis	30 septembre	70	0,5
Rumex Patientia L.	30 septembre	32	10
Hordeum murinum L.	30 septembre	35	15

Remarquons que, dans les cas où la différence de taille est la moins grande, comme pour le *Sinapis arvensis* et le *Centaurea Cyanus*, les échantillons étaient fleuris dans les deux stations, et avaient, par conséquent, atteint leur développement complet.

La mesure des feuilles les plus grandes est aussi de quelque intérêt ; on peut citer les exemples suivants :

Noms des espèces semées le 1er juillet 1919 dans les deux stations (graines provenant de la même plante de plaine).	Mesure des feuilles les plus grandes. (du 10 au 30 septembre)			
	Station de plaine (Fontainebleau), altitude : 78^{m}.		Station alpine (Pène-Blanco), altitude : 2.000^{m}.	
Nigella arvensis L......	limbe	longueur : 38^{mm} largeur : 26^{mm}	limbe	longueur : 17^{mm} largeur : 13^{mm}
Aquilegia vulgaris L....	limbe	longueur : 35^{mm} largeur : 32^{mm}	limbe	longueur : 4^{mm} largeur : 3^{mm}, 5
Lychnis dioica L........	limbe	longueur : 70^{mm} largeur : 35^{mm}	limbe	longueur : 25^{mm} largeur : 12^{mm}
Papaver Rhœas L.......	feuille	long. : 145^{mm} largeur : 62^{mm}	feuille	longueur : 80^{mm} largeur : 16^{mm}
Trifolium pratense L....	foliole,	longueur : 60^{mm}	foliole,	longueur : 13^{mm}
Malva silvestris L.....	limbe,	largeur : 160^{mm}	limbe,	largeur : 44^{mm}
Lappa minor Miller......	limbe,	largeur : 95^{mm}	limbe,	largeur : 40^{mm}
Rumex Patientia L......	limbe	long. : 310^{mm} largeur : 100^{mm}	limbe	long. : 103^{mm} largeur : 32^{mm}
Hordeum murinum L....	feuille,	longueur : 350^{mm}	feuille,	longueur : 150^{mm}

Mais il n'y a pas que la grandeur des feuilles qui soit modifiée, dès le début, par l'influence du climat alpin ; dans la plupart des cas, leur forme est aussi changée, en ce sens qu'une sorte d'accélération de développement se manifeste rapidement. Si l'on compte les entre-nœuds, la feuille du troisième ou quatrième entre-nœud a le plus souvent une forme différente lorsqu'elle se développe à une grande altitude. C'est ainsi que les premières feuilles du *Lappa minor*, par exemple, qui, provenant de la graine semée en plaine, sont allongées et entières, ressemblant un peu à des feuilles de *Scabiosa Succisa* (Bp., pl. 3), acquièrent déjà, dans la culture supérieure (Bm., pl. 3), la forme des feuilles ultérieures des échantillons provenant du semis de plaine, avec un pétiole allongé et un limbe en cœur renversé. C'est ainsi que, dans les semis supérieurs, le *Trifolium pratense* développe rapidement des feuilles à folioles presque arrondies (Tm., pl. 3) et non allongées comme celle des semis de la plaine (Tm. pl. 3). Le *Nigella arvensis* montre aussi des feuilles premières à lobes moins étroits et d'une forme un peu différente, etc.

Un caractère alpin, caractère de protection contre les alternatives de température très marquées, se manifeste aussi chez plusieurs espèces cultivées comparativement ; c'est une plus grande abondance d'un feutrage ou d'un duvet de poils protecteurs à la surface des tiges ou des feuilles (*Lychnis dioica, Lappa minor, Trifolium pratense* (fig. 1 et 2), etc.

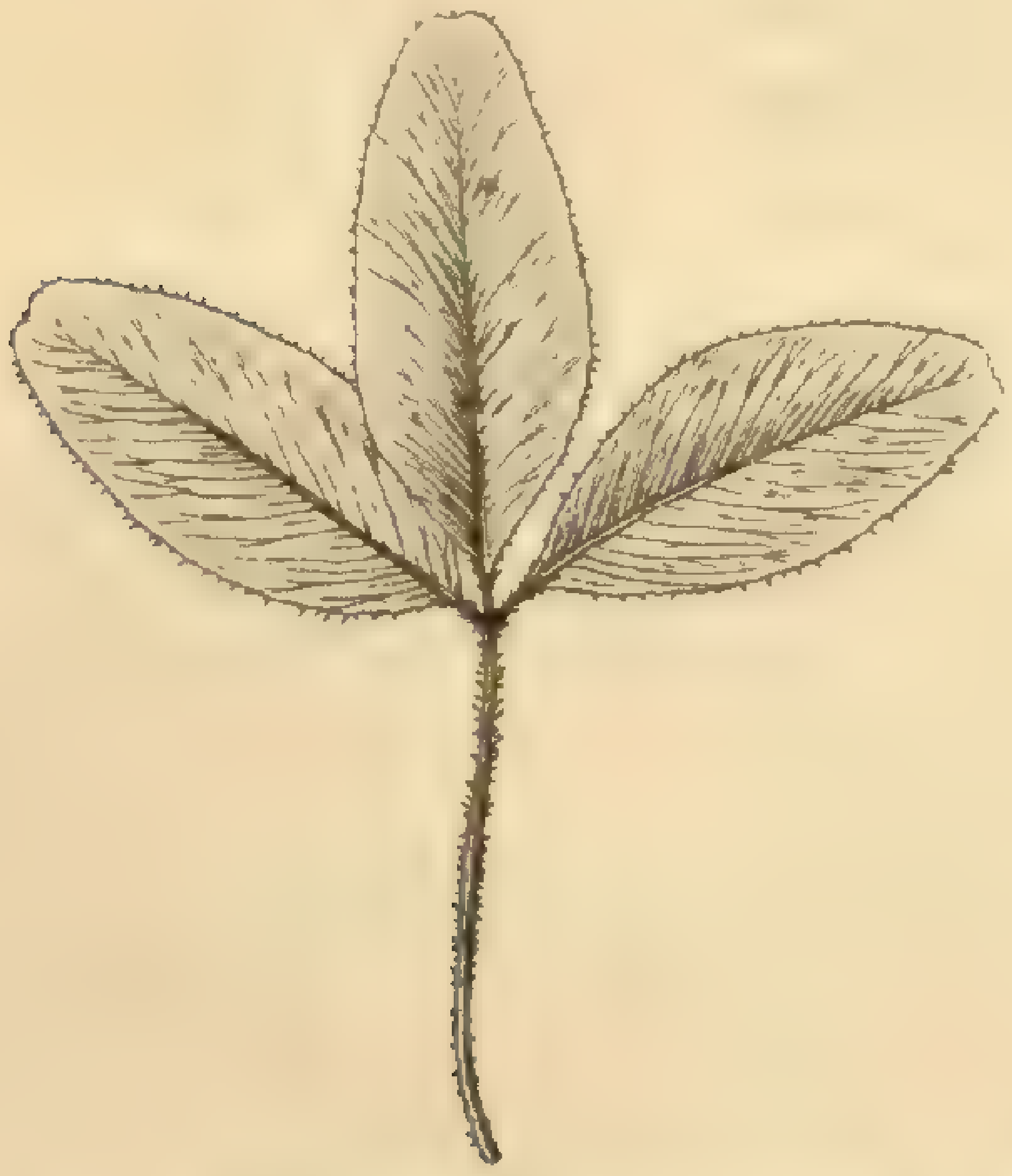


Fig. 1. — Feuille de *Trifolium pratense,* provenant du semis de plaine.

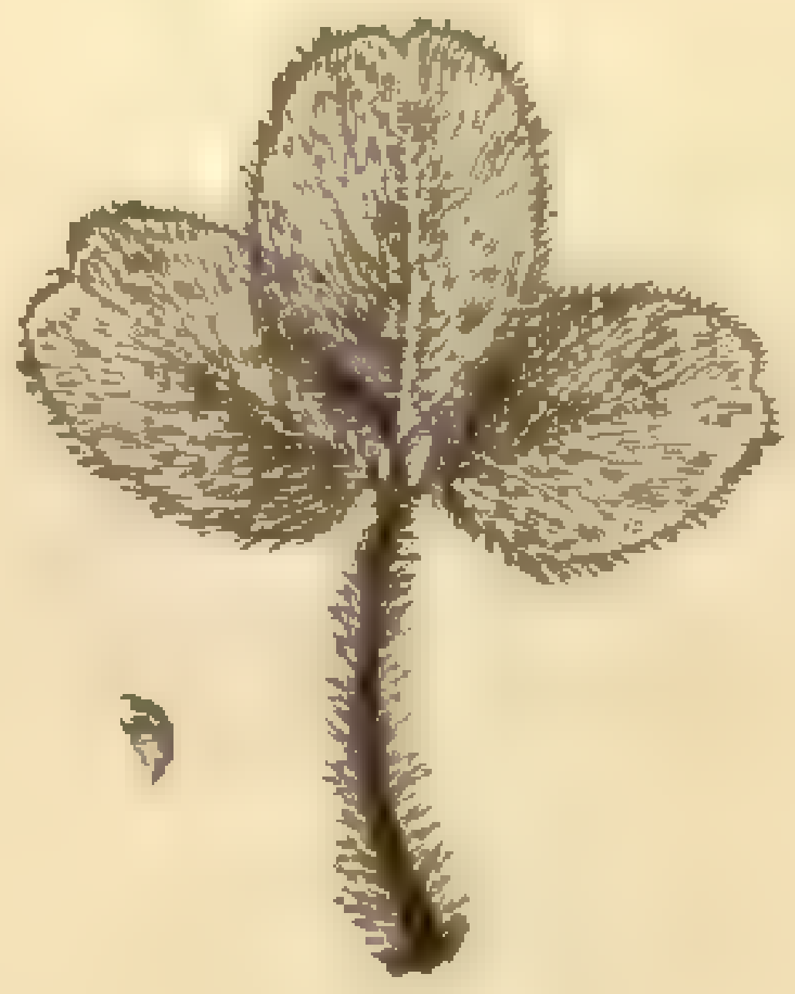


Fig. 2. — Feuille de *Trifolium pratense,* provenant du semis de montagne (comparable à la feuille de la fig. 1).

On sait aussi, comme l'a montré Overton, et comme je l'ai constaté dans mes cultures des Alpes, qu'un caractère alpin, déterminé par le froid nocturne, est le développement plus grand, chez les plantes des hautes altitudes, de la substance rouge (anthocyane) qui se forme dans les feuilles. Or, dès le début de l'évolution de la plante venant de germer, cette plus intense production d'anthocyane se montre chez beaucoup d'espèces; par exemple, le *Malva silvestris,* de la culture du Pic du Midi, a offert dans le limbe de ses feuilles une bordure d'un rouge violet, un pétiole rouge et, à la jonction du pétiole et du limbe, une tache palmée de la même couleur et très caractéristique (fig. 3), tandis que les échantillons de plaine de la même espèce étaient à feuilles entièrement vertes. De même, les *Medicago sativa* et *Senecio vulgaris* des cultures de haute altitude sont d'une teinte rouge, les échantillons comparables de plaine étant d'un vert franc ; dans le *Trifolium pratense* les taches rouge violacé des folioles s'accentuent dans les semis de montagne, etc.

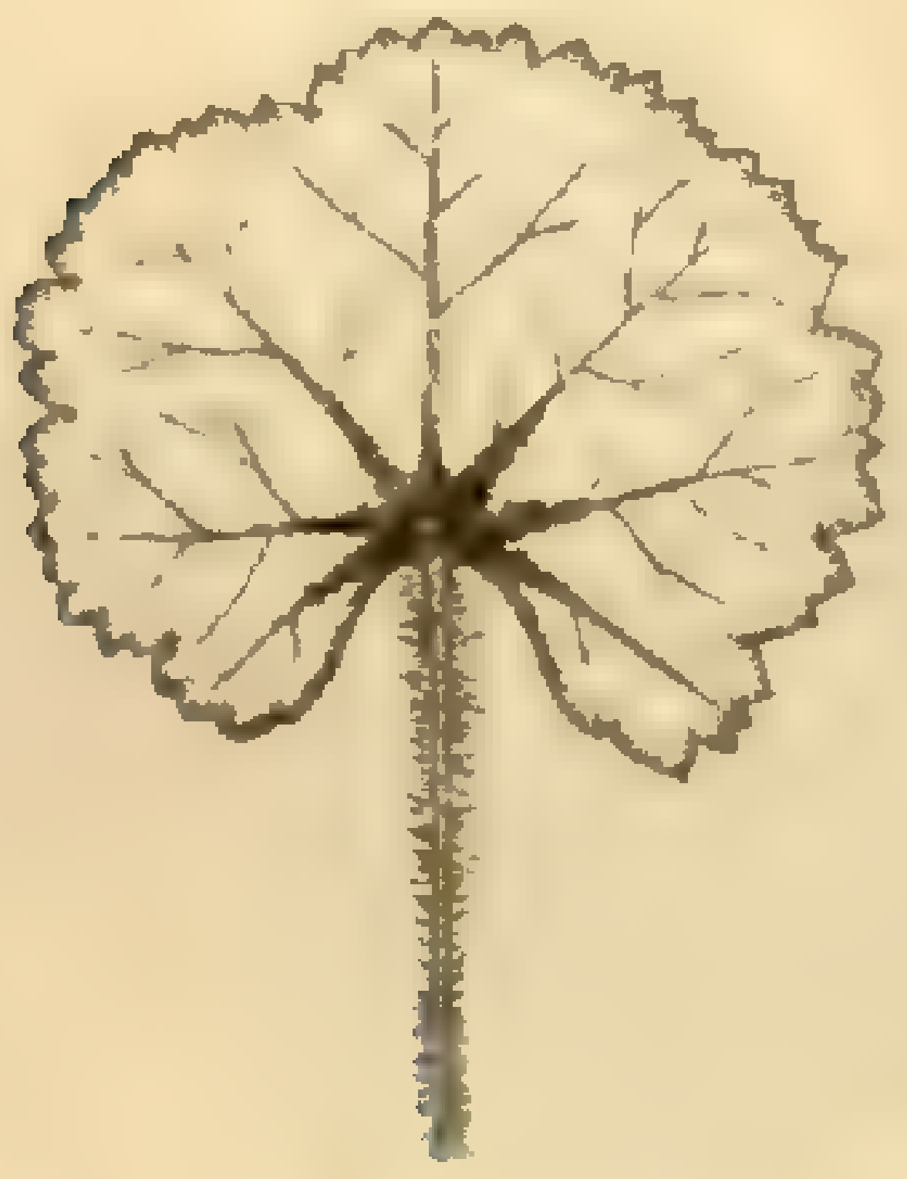


Fig. 3. — Feuille de *Malva silvestris,* provenant de la culture de montagne ; la teinte noire palmée indique les parties rouges.

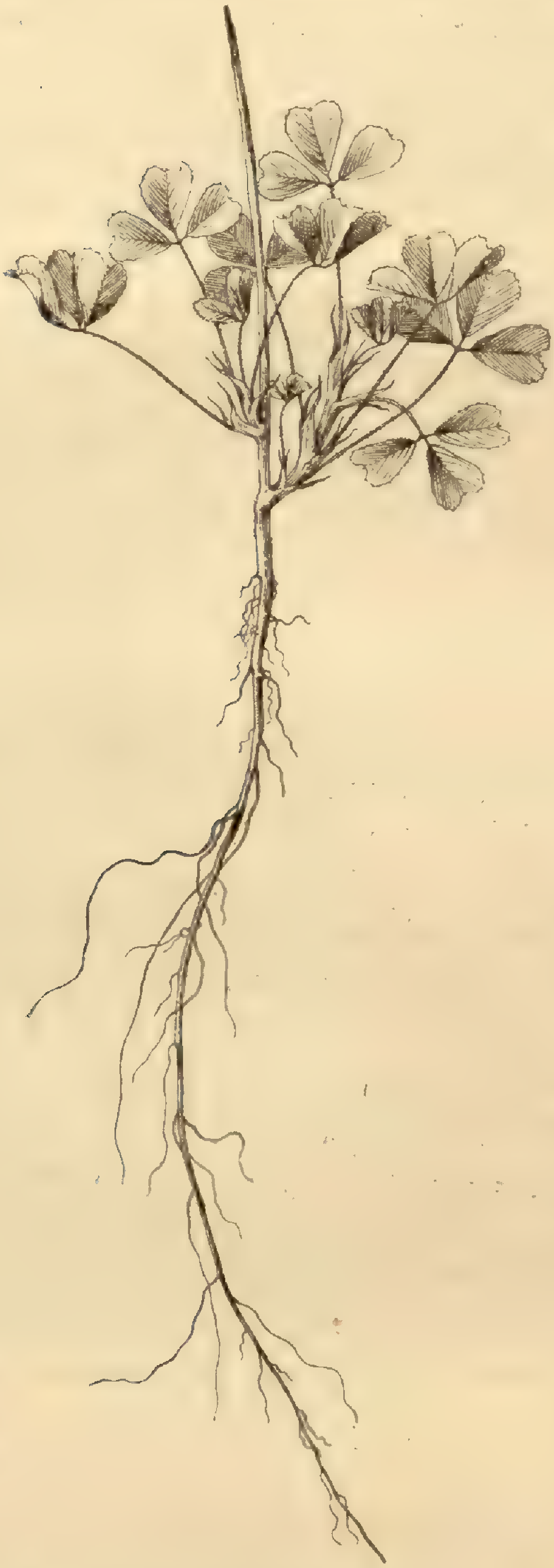


Fig. 4. — Pied de *Medicago sativa*, provenant du semis de montagne.

Ces cultures, faites par semis, montrent aussi que le nanisme des plantes alpines peut être produit par diverses causes. D'abord, il est évident que le ralentissement du développement dû au climat alpin produit des végétaux plus petits, à entre-nœuds moins grands et par conséquent à feuilles serrées (Lm, Pm, pl. 4). Mais d'autre part, lorsque la plante, provenant d'une graine de plaine, a acquis une taille assez grande dans la station supérieure, il suffit d'un froid nocturne un peu intense pour geler toute la partie supérieure des tiges aériennes ; alors, la plante forme à la base de la tige plusieurs rameaux à feuilles serrées, peu élevés, et qui sont le début de ces formations en touffes qui caractérisent les plantes alpines. C'est ce qui s'est produit dans ces cultures pour le *Medicago sativa* (fig. 4), le *Centaurea Cyanus*, etc. Enfin, la neige est aussi une des causes du nanisme, non pas en produisant un froid intense, mais au contraire en aplatissant sur le sol, par son poids, les tiges et les feuilles tout en les protégeant contre les variations de température.

Il résulte donc, en somme, de l'étude première de ces cultures par semis, en plaine et en montagne, que dès le début de l'évolution des plantes il se manifeste déjà une notable adaptation au climat alpin, ce qui vient encore, ainsi que les résultats de mes anciennes expériences, à l'appui des idées de Lamarck, confirmées par de nombreuses recherches, notamment celles de M. Molliard, sur la morphologie expérimentale des végétaux.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 3

Plantes semées (sur le même sol transporté de Fontainebleau au Pic du Midi), le 1er juillet 1919 et récoltées le 30 septembre 1919, les graines provenant d'une même plante prise en plaine.

Tp., *Trifolium pratense* L., échantillon provenant du semis de Fontainebleau (78 m. d'altitude).

Tm., *Trifolium pratense* L., échantillon provenant du semis de Pène-Blanco (2.000 m. d'altitude), ayant évolué pendant le même temps que le précédent.

Bp., *Lappa minor* L., échantillon provenant du semis de Fontainebleau (78 m. d'altitude).

Bm., *Lappa minor* L,, échantillon provenant du semis de Pène-Blanco (2.000 m. d'altitude), ayant évolué pendant le même temps que le précédent.

Planche 4

Lp., *Lychnis dioica* L., échantillon provenant du semis de Fontainebleau. (78 m. d'altitude).

Lm., *Lychnis dioica* L., échantillon provenant du semis de Pène-Blanco (2.000 m. d'altitude) ayant évolué pendant le même temps que le précédent.

Pp, *Papaver Rhæas* L., échantillon provenant du semis de Fontainebleau (78 m. d'altitude).

Pm, *Papaver Rhæas* L., échantillon provenant du semis de Pène-Blanco (2.000 m. d'altitude) ayant évolué pendant le même temps que le précédent.

NOUVELLES RECHERCHES
SUR LA
FLORE FOSSILE DES ENVIRONS DE VARENNES
(PUY-DE-DOME)

par MM. Roland DE LA VAULX et Pierre MARTY

avec Introduction de M. Ph. GLANGEAUD

(suite)

Comparaison avec la flore actuelle. — La caractéristique de cet organe est sa nervation tertiaire en zigzag et l'allongement, selon l'axe des secondaires, des mailles pentagonales de son réseau ultime. Ce type de nervation est assez rare. On le trouve surtout chez les *Gnetum*, certaines Protéacées, Rosacées et Renonculacées. C'est dans ces deux dernières familles que le fossile de Varennes rencontre ses meilleurs termes de comparaison.

Parmi les Rosacées, la ressemblance de ce fossile avec les feuilles de *Spiræa lævigata* L. de Sibérie est grande. Mais, dans cette espèce, l'organe est moins longuement atténué au sommet ; il est symétrique à la base et la nervation ultime forme des mailles moins allongées.

Plus sensible encore est l'analogie du fossile avec les feuilles d'une Rosacée du Brésil, *Quilaja Sellowiana* Walp. Le rattachement de l'organe de Varennes aux *Quilaja* paraît, de prime abord, d'autant plus séduisant que Conwentz a signalé, de l'ambre oligocène de Samland, une fleur qu'il rapporte au genre voisin *Mengea* et que les *Quilaja* résistent fort bien au climat de notre littoral méditerranéen. Il n'en serait pas moins assez anormal qu'une forme de l'hémisphère sud eût persisté dans les montagnes du centre de la France jusqu'aux confins du Pliocène.

Un motif d'élimination plus direct réside en outre dans ces faits que le *Q. Sellowiana* porte, non des folioles mais des feuilles, organes symétriques à la base, que la première paire de nervures secondaires de celles-ci n'est pas plus remontante que les autres, et que le réseau ultime, presque enfoui dans le parenchyme, est plus lâche.

Par éliminations successives, nous arrivons au genre *Pœonia*, de la famille des Renonculacées. Les *Pœonia*, originaires de la Chine, sont, les unes herbacées, les autres ligneuses. Le type de ces dernières est fourni par le *P. Moutan* Sims., rustique jusque sous le climat de Paris et qui forme des buissons rameux, hauts de 1 m. à 1^{m},50, à grandes feuilles caduques bipennées.

La penne comporte 3 folioles, l'une terminale et trilobée, du type *Sassafras*, et les deux autres latérales, tantôt lobées, tantôt entières et qui, après la chute de la feuille, se séparent nettement du rachis commun. Ces folioles latérales concordent si exactement avec le fossile de Varennes que les décrire serait répéter, point pour point, ce qui a été dit de ce dernier, à ce détail près que leur réseau ultime est formé de mailles plus serrées. Pour ces raisons, et tout en ne nous dissimulant pas ce qu'il y a d'un peu osé à reconnaître une espèce dans une simple et unique foliole fossile, nous rattachons la plante de Varennes au *Pœonia Moutan.*

Comparaison avec la flore fossile. — Parmi les fossiles qui se rapprochent le plus de l'organe en question, nous mentionnerons *Protæa linguifolia* Web., *Callistemophyllum melaleuceforme* Ett. du Miocène moyen de Bilin, qui en diffère par un réseau à mailles nettement isodiamétrales, enfin *Oreodaphne Heerii* Gaud. du Pliocène du Val d'Arno, qui s'en écarte pour les mêmes raisons et dont, malgré les cryptes situées à la base des nervures secondaires de ses feuilles, il nous paraît difficile de le rapporter à l'*Oreodaphne fœtens,* comme propose de le faire l'auteur de cette espèce. La plante de Varennes ne nous paraît donc référable à aucun fossile que nous connaissions.

Myriophyllées.

Myriophyllites sp...? (Pl. 12, fig. 3).

Description du fossile. — Rameaux terminés par un renflement et pourvus de verticilles de feuilles pinnatiséquées, à segments capillaires. — Plusieurs exemplaires.

Comparaison avec la flore actuelle. — Ces objets ne diffèrent en rien des rameaux du *Myriophyllum demersum* L. actuel des étangs de l'Europe occidentale. Mais ils sont trop pauvres en éléments diagnostiques pour permettre plus qu'une présomption touchant leur place taxinomique.

Comparaison avec la flore fossile. — Unger a signalé du Miocène moyen de Radoboj, un *Myriophyllites capillifolius* qui paraît identique au fossile de Varennes, mais dont Schenk pense que c'est un paquet de racines quelconques. Par contre, le *Myriophyllum demersum* a été rencontré, sans doute possible, dans le Pleistocène d'Angleterre, d'Allemagne et de Suisse. La seule valeur du fossile en question dans la flore de Varennes est de donner un indice de plus en faveur de l'origine lacustre de ce gisement (1).

Légumineuses.

Cercis siliquastrum L. (Pl. 13, fig. 1, 2).

Description du fossile. — Feuille orbiculaire, échancrée à la base, à marge entière mais légèrement émarginée au sommet. Nervation palmée, rayonnante. Trois nervures basilaires de chaque côté. Ces nervures remontantes, un peu arquées parallèlement au bord et flexueuses par bifurcations successives, reliées entre elles, au bout de leur parcours, par des aréoles ogivales et décroissantes. Quatre paires de secondaires, l'inférieure issue de la médiane à mi-longueur de celle-ci. Ces secondaires anastomosées aux basilaires le long de la marge. Réseau tertiaire en toile d'araignée, formé de nervilles perpendiculairement transverses aux nervures dont elles sont issues, bifurquées, mais plus souvent simples, les principales seules apparentes. Réseau ultime invisible. — Exemplaire unique.

Comparaison avec la flore actuelle. — Le Gainier, en faisant abstraction de ses mutations jordaniennes, est représenté actuellement par deux espèces, l'une eurasiatique, le *C. siliquastrum* L. de l'Europe méridionale, avec sa forme orientale, *C. sinensis* Bung. et, l'autre, le *C. canadensis* L. de l'Amérique du Nord.

Bien qu'il existe entre les deux types foliaires maint terme de passage, on peut, en s'attachant aux feuilles de forme moyenne, caractériser chacun d'eux, en ce qu'il a de différentiel par rapport à l'autre, de la façon suivante :

---

(1) Un indice de même nature est fourni par la découverte d'un fragment de feuille se rapportant à *Nymphæa* sp. ou à *Caltha palustris*.

Le *C. siliquastrum* présente un limbe orbiculaire, légèrement émarginé au sommet, profondément échancré et presque auriculé à la base. Le pétiole est plus court que la moitié de la longueur de la nervure médiane. Trois ou quatre nervures basilaires de chaque côté du limbe. Ces nervures sont légèrement remontantes, un peu flexueuses aux points où elles se dichotomisent. Le réseau tertiaire est formé de mailles perpendiculairement transverses, bifurquées, mais plus souvent simples et percurrentes. La nervation est fortement saillante.

Le *C. canadensis* montre un limbe cordiforme, terminé au sommet par une pointe mousse, largement, mais peu profondément échancré à la base ; un pétiole plus long que la moitié de la nervure médiane. Les nervures basilaires, au nombre de trois paires seulement, sont largement ascendantes d'un mouvement parallèle à la marge, sans inflexion sensible aux points dichotomiques. Le réseau tertiaire est formé de nervilles obliquement transverses, plus souvent bifurquées que percurrentes. Nervation peu saillante.

Par son contour orbiculaire, son sommet émarginé, la médiocre ascendance et la flexuosité de ses nervures basilaires, enfin par son réseau tertiaire à nervilles plus souvent perpendiculairement transverses qu'obliques et bifurquées, tous caractères diagnostiques prépondérants, la feuille de Varennes se rattache d'une façon nette au *C. siliquastrum*.

Mais on ne saurait méconnaître qu'elle présente aussi, bien qu'à titre subordonné, quelques traits propres au *C. canadensis*.

Tels sont la médiocre échancrure de la base du limbe, la grande longueur proportionnelle du pétiole, le nombre des nervures basilaires réduit à trois de chaque côté, enfin, la faible saillie de la nervation. D'où résulte que le Gainier de Varennes, tout en reproduisant d'une façon si manifeste le *C. siliquastrum* qu'on ne saurait l'en séparer spécifiquement, n'en montre pas moins une certaine analogie avec l'espèce américaine, et fait ainsi songer à un type ancestral d'où les deux formes actuelles seraient issues à l'époque relativement récente au cours de laquelle fut rompu le pont qui relia jusqu'au Pliocène les deux continents de l'hémisphère boréal.

De semblables constatations ne sont pas rares en paléobotanique.

L'un de nous en a signalées à propos du Hêtre et du Plaqueminier des cinérites plaisanciennes du Cantal. Il ne faudrait cependant pas exagérer la valeur de déductions basées sur un spécimen unique et dont nous sommes loin de savoir s'il représente réellement le type foliaire moyen du Gainier de Varennes ou seulement une anomalie individuelle.

Comparaison avec la flore fossile. — L'ancêtre synthétique et hypothétique auquel il vient d'être fait allusion, un naturaliste enclin à enchaîner d'audacieuses généalogies pourrait le trouver dans le *C. Tournoueri* Sap.. de l'Aquitanien de Brongnon. Certaines de ses feuilles, presque orbiculaires, émarginées au sommet, retracent le type *C. siliquastrum*, alors que d'autres, cordiformes, acuminées, rappellent le type *C. canadensis.*

La feuille émarginée de ce gisement que figure de Saporta ressemble plus qu'aucune autre des feuilles fossiles que nous connaissions, à celle de Varennes. La principale différence réside dans la forme de la base, beaucoup moins échancrée chez la feuille de la Côte-d'Or que chez celle du Puy-de-Dôme.

La feuille du Pontien de Sinigallia nommée par Massalongo *C. Virgiliana* est représentée par un trop mauvais dessin pour qu'on puisse — quoi qu'en pense de Saporta — se faire une opinion à son égard. Ses affinités, dans la mesure où on peut en juger, seraient plutôt avec les Tiliacées. En particulier, le parcours des basilaires diffère complètement de ce que l'on voit dans les feuilles de Gainiers.

Par contre, une feuille du Pliocène moyen de Meximieux, nommée d'abord par de Saporta *Cercis inæqualis*, puis rapportée par lui et Marion à leur *Cocculus latifolius*, retrace si parfaitement le type du *C. canadensis*, jusque dans ses moindres détails, qu'il est difficile de ne pas la rapporter à cette espèce.

Enfin, au début du Pleistocène à *Elephas antiquus*, le *Cercis siliquastrum* se montre avec tous ses caractères actuels à Montone, Massa-Maritima, aux Aygalades, etc. Ainsi donc, à se placer au point de vue si tentant en théorie, si scabreux dans la pratique, des enchaînements, il y aurait en France, à l'Oligocène supérieur de Brongnon, un Gainier dont la gamme foliaire allait du type *C. siliquastrum* au type *C. canadensis*. Au niveau de Varennes, le Gainier, tout en se rattachant déjà par ses caractères dominants au *C. siliquastrum* aurait encore montré quelques affinités secondaires avec le

C. canadensis, alors que ce dernier formant une branche disjointe du *phylum* initial aurait résisté jusqu'au Pliocène moyen de Meximieux. Enfin, à partir de cette époque, le *C. siliquastrum* aurait seul survécu dans notre pays, où il est actuellement réfugié, et en voie de disparition, sur le littoral méditerranéen.

Nous avons cru ne devoir faire entrer ici en ligne de compte ni le *C. primigenia* Sap. de l'Oligocène d'Aix, ni le *C. Ameliæ* Sap. de l'Oligocène de Manosque, dont l'attribution au genre *Cercis* nous semble assez douteuse.

Rosacées.

Raphiolepis indica Lindl. (Pl, 12, fig. 5).

Description du fossile. — Feuille coriace, spatulée, longuement décurrente à la base, subsessile, portant de chaque côté de la marge, près du sommet, trois dents conniventes. Nervure médiane forte. Nervures secondaires au nombre d'environ 6 de chaque côté, émises sous un angle de 45°, légèrement courbes, plusieurs fois dichotomisées à partir des deux tiers de leur parcours, anastomosées entre elles par bifurcations successives, et se confondant, assez loin de la marge, avec le réseau tertiaire ou ultime, formé lui-mêmes de nervilles zigzagantes et terminées en liberté dans les mailles. — Echantillon unique.

Comparaison avec la flore actuelle. — Cette feuille nous paraît si parfaitement identique à celles du *Raphiolepis indica* Lindl. que nous ne croyons pas devoir l'en séparer à titre spécifique. La concordance se poursuit jusque dans les moindres détails.

Les seules autres analogies qu'on pourrait mentionner sont celles que présente notre fossile avec le *Celastrus ilicinus* Barch. du Cap, parmi les Célastrinées et le *Rhus crenulata* B. S. parmi les Anacardiacées, mais elles sont très lointaines.

Comparaison avec la flore fossile. — La feuille de Varennes en rappelle sommairement plusieurs autres rapportées par les auteurs, mais sans preuves décisives, à des Célastrinées de l'hémisphère sud. Par contre, son extrême ressemblance avec la feuille du même gisement inscrite par Boulay sous le nom de *Myrica gale* L. est indéniable. Même forme générale, même denticulation du sommet, même allure anastomosique des nervures secondaires, tout ce qu'on en voit concorde. Seul, le fait qu'on ne puisse comparer le réseau ultime, qui fait défaut dans la figure du fossile de notre savant prédécesseur, prohibe une certitude absolue dans l'assimilation. Mais la probabilité est d'autant plus grande que l'attribution au *Myrica gale* de la feuille décrite par Boulay ne nous paraît pas soutenable, la feuille, dans cette dernière espèce, étant nettement pétiolée, plus longuement prolongée en pointe, et présentant des nervures secondaires émises sous un angle plus obtus, nettement anastomosées en aréoles le long de la marge, avec réseau ultime transverse et non zigzagant, à nervilles délimitant des mailles fermées au lieu de se terminer en liberté dans celles-ci.

Pour ces motifs, nous croyons légitime d'inscrire la feuille de Varennes étiquetée par Boulay *Myrica gale* et celle, si semblable que nous avons découverte dans le même gisement, sous le même nom de *Raphiolepis indica*.

Sapotacées.

Bumelia Rieufi Marty (Pl. 12, fig. 6. 7).

Description du fossile. — Feuille coriace, spatulée ; marge entière, pétiole court. Environ 7 paires de nervures secondaires, ascendantes, recourbées, flexueuses, anastomosées entre elles, tantôt par bifurcations successives, tantôt par aréolation marginale assez peu nette. Réseau tertiaire lâche, obliquement transverse, plus ou moins confondu avec le réseau ultime, formé lui-même de mailles irrégulières et capricieuses, polygonales, isodiamétrales et presque toujours dépourvu de nervilles libres. — Deux exemplaires.

Comparaison avec la flore actuelle. — L'aspect général de cette feuille se retrouve dans un grand nombre de familles. C'est ainsi qu'on peut la comparer aux *Banksia æmula* R. Br., *Myrica Faya* L., *M. rubra* Sieb. et Zucc., *M. integrifolia* Roxb., *M. Pensylvanica* Lamk., *M. sapida* Wall., *Quercus virens* Ait., *Q. Championi* Benth., *Myrsine crassifolia* R. Br., *Pittosporum Tobira* Ait., à certains *Azalea*, *Rhododendron*, *Pisonia*, etc. Mais ses analogies les plus étroites, en tenant compte de tous les caractères comparables, sont avec les Sapotacées du genre *Bumelia*, telles que *B. salicifolia* Sw., *B. ovata* D. C., *B. retusa* Sw., et plus particulièrement avec *B. tenax* Willd. de l'Amérique du Nord. Les détails concordent si bien qu'on serait tenté, de réunir spécifiquement le fossile à l'espèce actuelle, si celle-ci ne présentait un réseau tertiaire un peu plus accusé.

Comparaison avec la flore fossile. — On trouve dans la littérature paléontologique un grand nombre de feuilles fossiles qui ont des rapports morphologiques avec celle de Varennes. Mais la plupart d'entre elles, mal figurées ou trop frustes, réduites à leur contour, à leur nervure primaire et à quelques secondaires vaguement indiquées, ne prêtent pas à une comparaison valable. On peut citer parmi elles : *Quercus chlorophylla* Ung., *Q. cenomanensis* Crié., *Daphne palæomezereum* Ett., *Celastrus Pedinos* Massal., *Sapotacites mimusops* Ung., *Echitonium obovatum* Ung., *Myrica antiqua* Ett., *M. salicina* Ung. et *Banksia Deikieana* Heer. Mais, en dernière analyse, c'est avec les *Bumelia* fossiles que la feuille de Varennes montre le plus d'analogies. Elle est très voisine d'une forme, le *B Oreadum* Ung., que l'on a trouvée dans divers gisements depuis le Sannoisien jusqu'au Pontien, et elle s'identifie complètement à une feuille du Miocène supérieur de Joursac signalée par l'un de nous sous le nom de *B. Rieufi* Marty, et figurée ici pour la première fois. Rappelons que de Saporta et Rérolle ont fait connaître, le premier dans le Pontien du Monastier (Haute-Loire), le second dans celui de la Cerdagne, des feuilles de *Bumelia* qui, dans la mesure où l'on peut en juger par une description sommaire et une mauvaise figure, ne doivent guère différer de celle de Varennes.

Ainsi donc, le type du *B. tenax*, surtout représenté par la forme *B. Oreadum* dans l'Oligocène, puis par la forme *B. Rieufi* dans le Miocène supérieur, aurait habité l'Europe jusqu'aux confins du Pliocène, pour se cantonner ensuite dans l'Amérique du Nord qui constitue peut-être son pays d'origine, puisqu'on l'y trouve dès l'Eocène sous le nom de *B. pseudotenax* Berry. Il constitue, en tout état de cause, dans la flore de Varennes, un élément archaïque.

Oléinées.

Fraxinus Oregona Nutt. (Pl. 12, fig. 9, 10, 11, 12).

Description des fossiles. — Folioles ovales ou oblongues, progressivement et assez longuement acuminées, les latérales asymétriques, brièvement pétiolulées, à marge non dentée ; nervation pennée ; 8-10 paires de nervures latérales, émises sous un angle très ouvert, presque droit, nettement bifurquées assez loin de la marge en deux branches égales, dont chacune s'anastomose directement avec la branche de la fourche voisine, ce mode de bifurcation et d'anastomose délimitant des aires ogivales. L'angle circonscrit latéralement par les deux branches de la fourche est fermé à la base par une nervure courbe de troisième ordre ; et la nervure secondaire terminée par ce triangle à base courbe prend ainsi l'aspect d'une raquette de tennis. Les nervures secondaires en raquettes et les aires en ogives qu'elles délimitent donnent à ces folioles leur aspect caractéristique et distinctif. Entre les secondaires s'étendent des intercalaires un peu zigzagantes, qui viennent souvent aboutir jusqu'à la clef de voûte de l'ogive et qui émettent, de part et d'autre, des tertiaires plus ou moins obliques, aboutissant aux secondaires voisines. La nervation de la marge est aréolée et le réseau ultime est formé de mailles de dimensions variables, mais généralement pentagonales et isodiamétrales. — Plusieurs exemplaires.

Nous avons aussi exhumé du gisement de Varennes une samare de frêne, de forme elliptique, dont l'aile est parcourue par environ 8 nervures longitudinales et dont la graine, également elliptique, à extrémité distale triangulaire, occupe un peu plus de la moitié de l'organe total.

Les samares de frênes sont pauvres en éléments diagnostiques. De plus, on en rencontre, sur le même arbre, dont le contour général et la dimension relative entre l'aile et la graine varient dans de grandes proportions. Nous ne croyons donc pas devoir attribuer à ce fossile d'autre valeur que celle de la confirmation du genre *Fraxinus* dans le gisement de Varennes. Et, comme la samare en question est associée à des folioles qui, toutes, appartiennent à la même espèce, nous croyons ne pas forcer la vraisemblance en inscrivant folioles et samares sous le même nom spécifique.

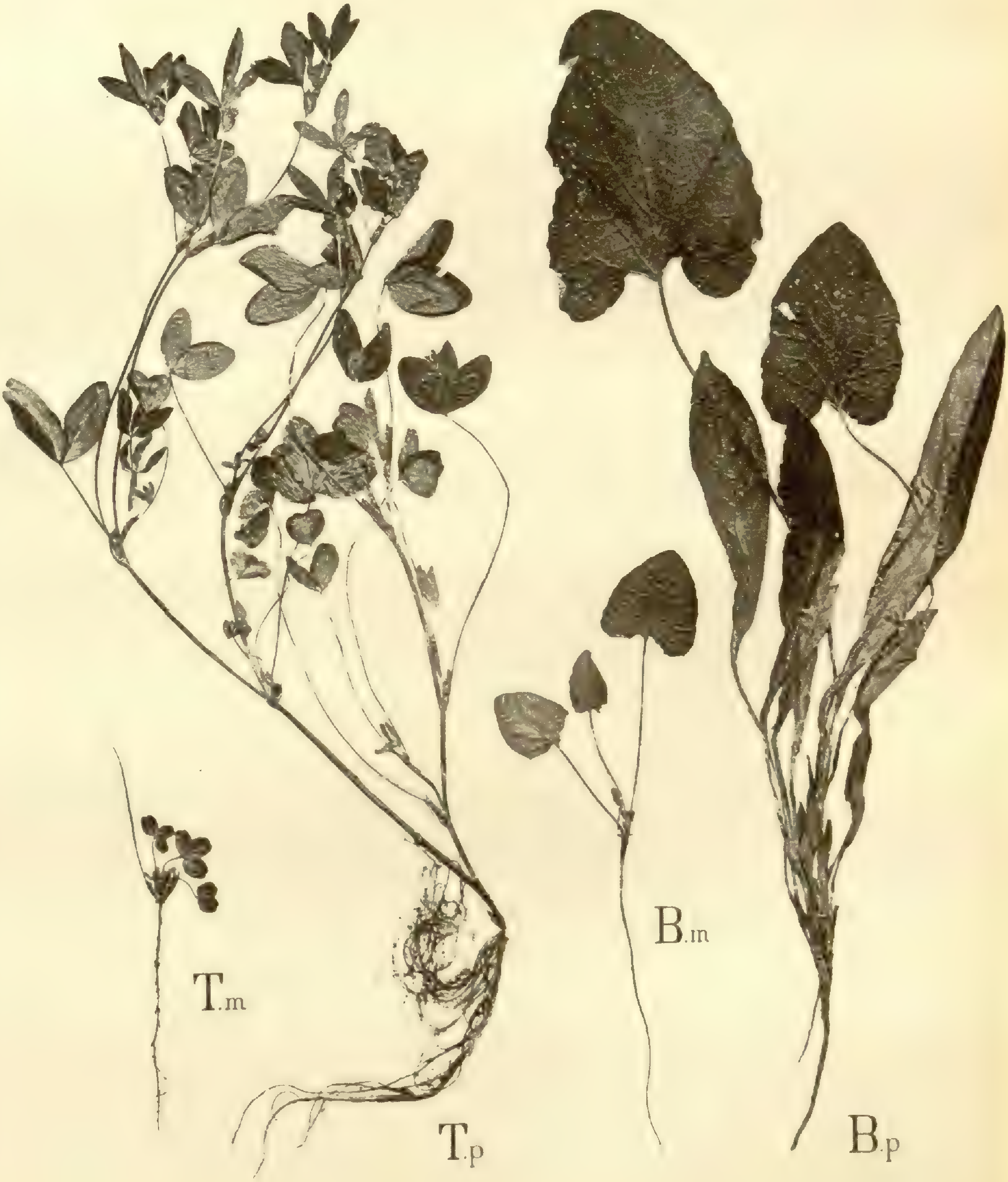
Comparaison avec la flore actuelle. — Les folioles dont il vient d'être question concordent de tous points avec celles du *Fraxinus Oregona* Nutt. actuel des Etats-Unis. La disposition si caractéristique des nervures secondaires en raquettes et des espaces intermédiaires en ogives est la même dans les folioles de l'espèce fossile et dans celle du frêne vivant de l'Orégon. Tout au plus pourrait-on noter dans les folioles de ce dernier l'existence d'intercalaires moins nombreuses et plus courtes. Mais c'est là une nuance différentielle trop légère pour être mise en balance avec toutes les similitudes qui l'identifient à la forme fossile de Varennes.

Le F. *Oregona* appartient à ce groupe de frênes nord-américains à folioles incomplètement dentées ou non dentées dont le *F. Americana* L. est le type. Le fossile de Varennes se distingue du *F. Americana* par des folioles plus courtes et des nervures secondaires moins remontantes. Il diffère du *F. Caroliniana* Mill. par des folioles plus étroites, plus longues et par un nombre plus élevé de nervures secondaires. Enfin, il s'écarte du *F. lanceolata* Borch. par ses folioles moins décurrentes sur le pétiolule et plus riches en intercalaires.

Comparaison avec la flore fossile. — La fossile de Varennes s'apparente nettement au *F. Scheuchzeri* Heer, du Miocène supérieur d'Œningen, nom sous lequel le *F. Oregona* semble avoir habité l'Europe dès le Pontien, avec tous ses caractères actuels.

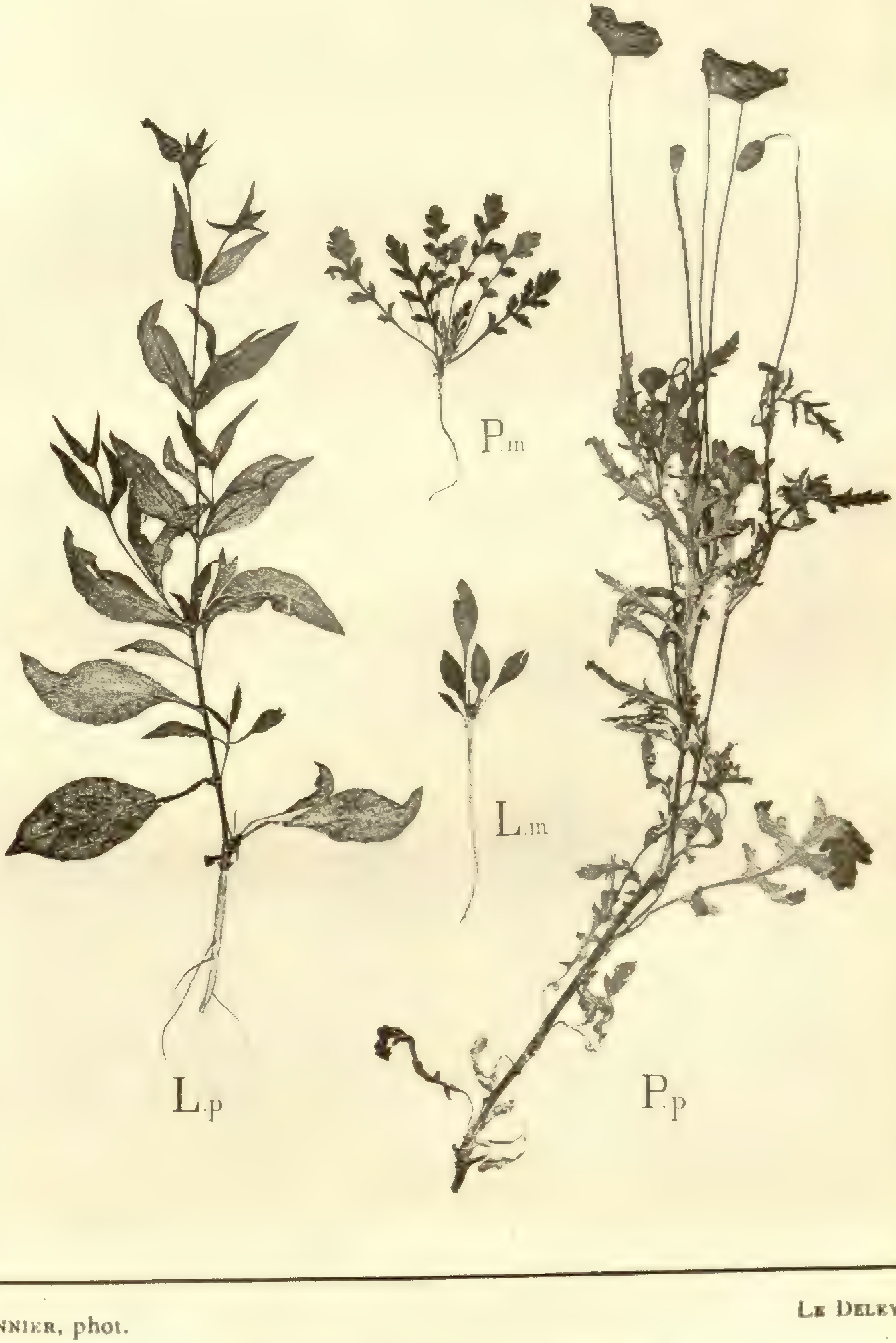
(A suivre.)

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy.



G. Bonnier, phot. Le Deley, imp.

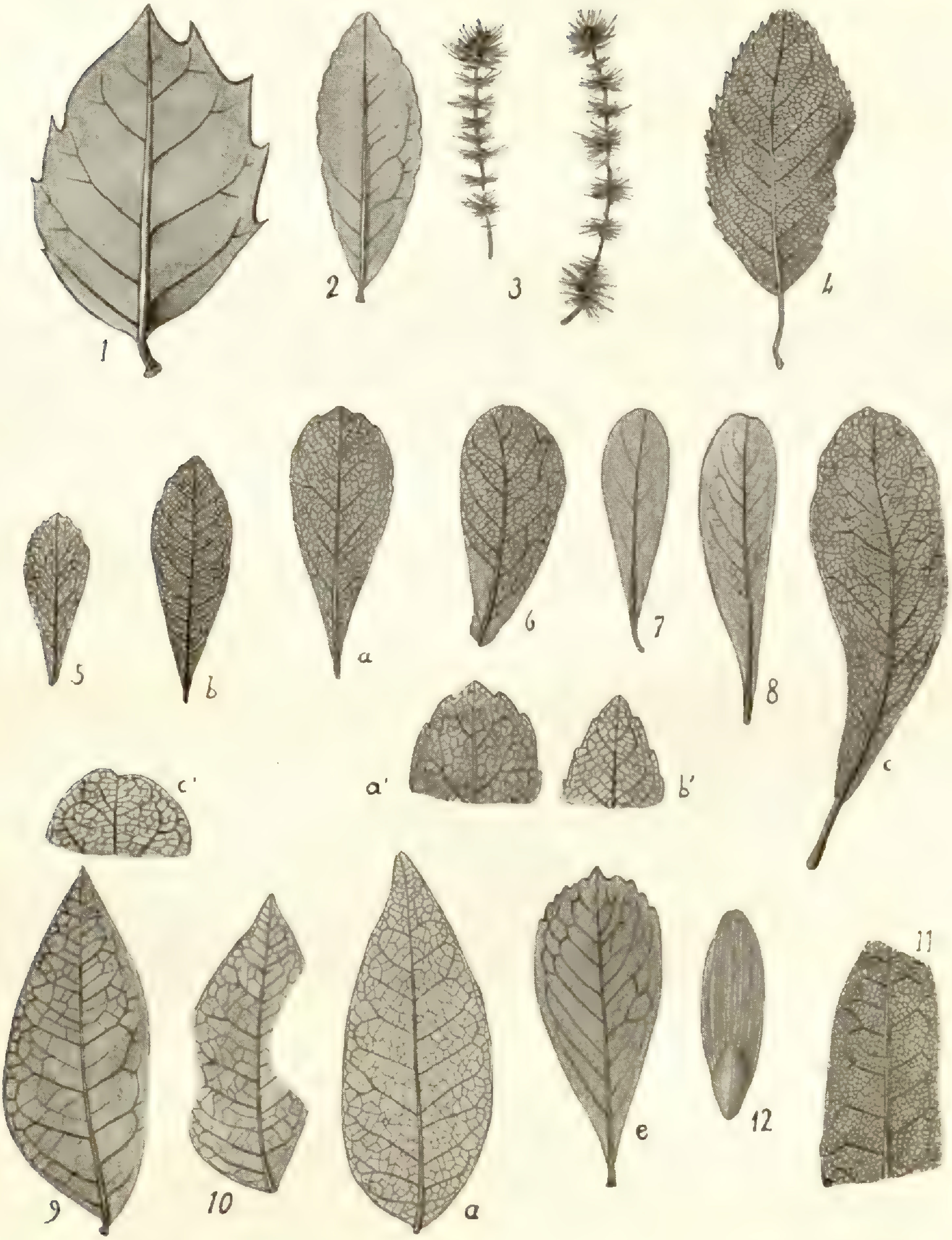
Plantes semées en plaine et en montagne - I.



G. Bonnier, phot.

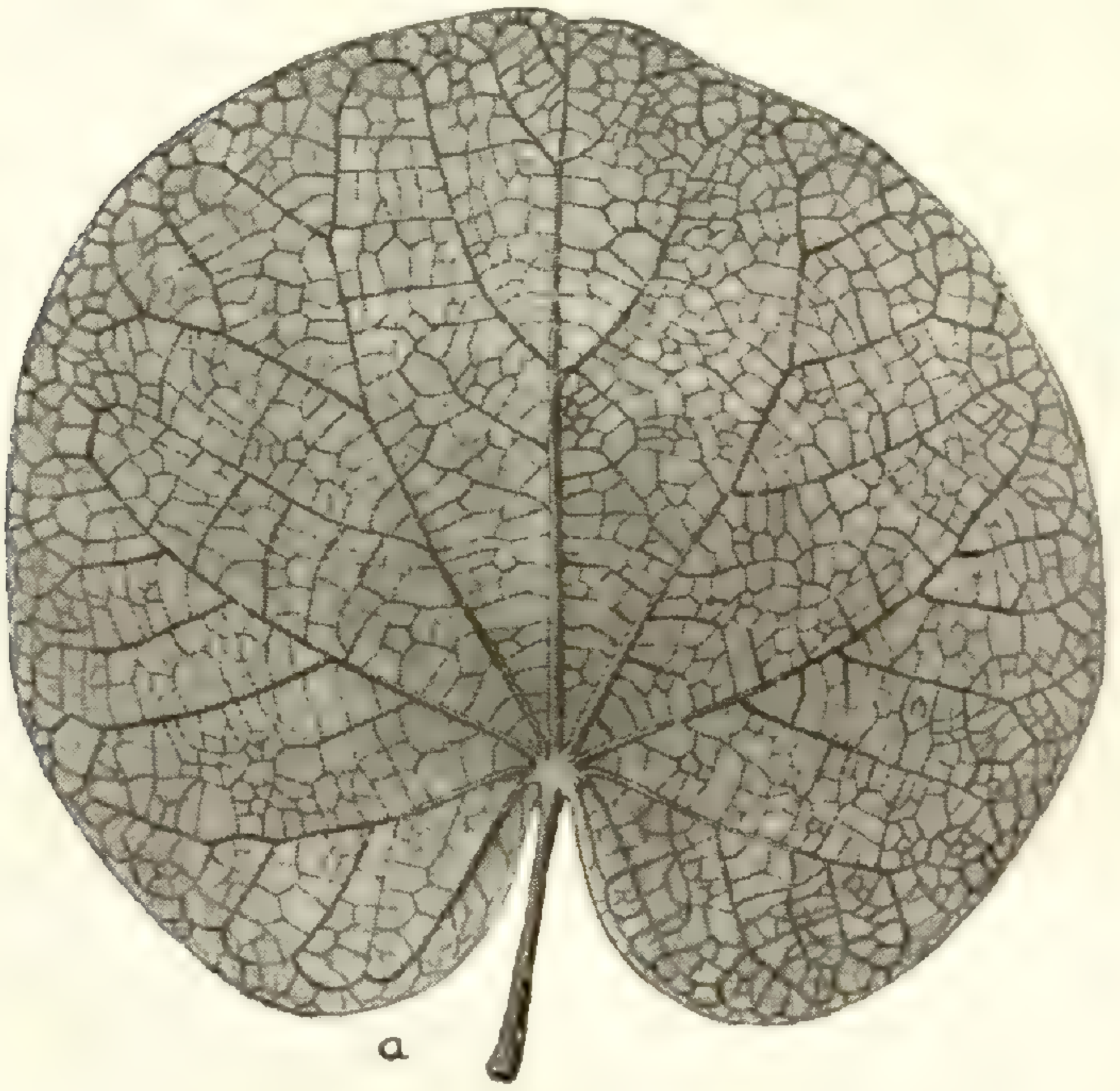
Le Deley, imp.

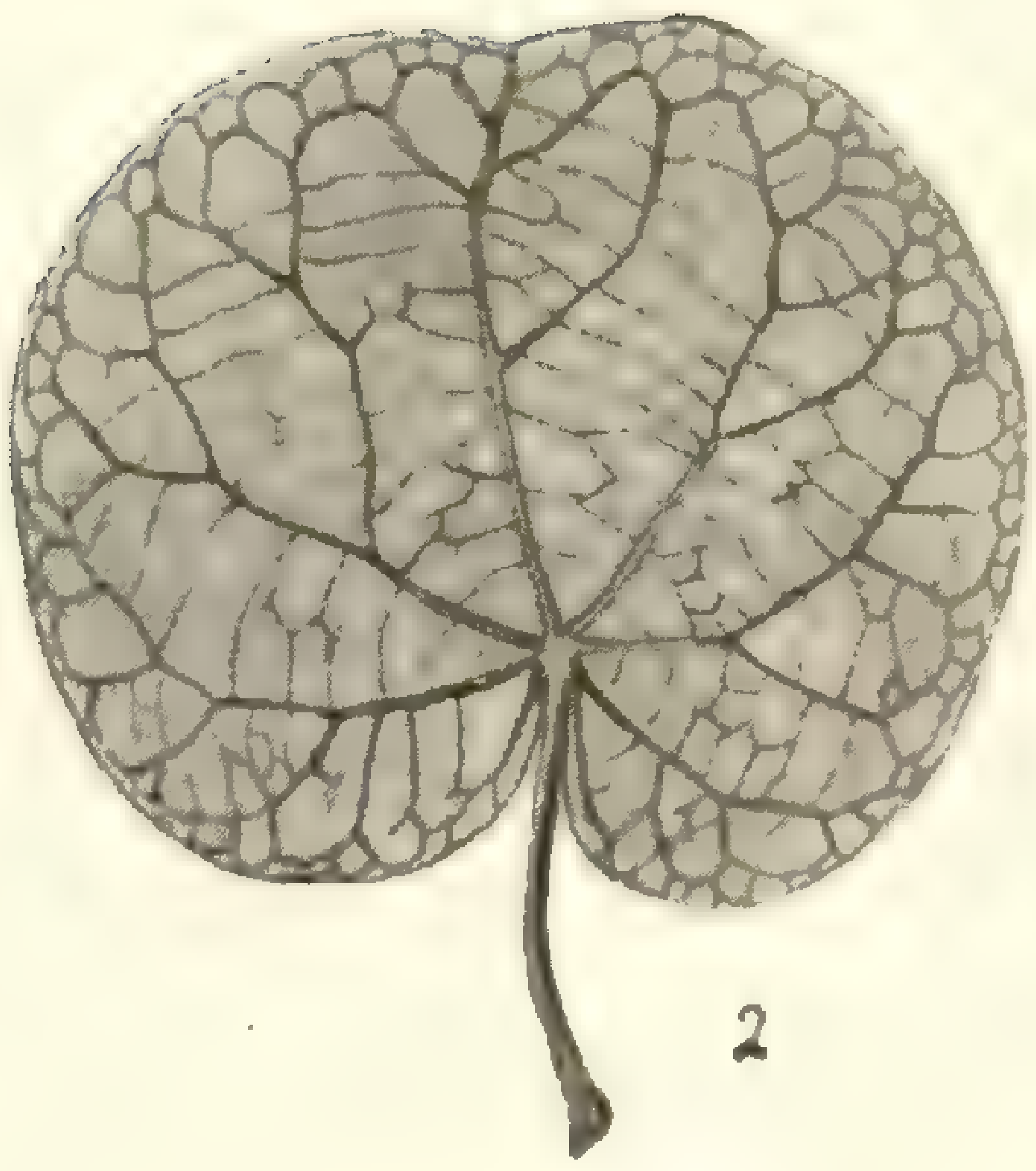
Plantes semées en plaine et en montagne - II.

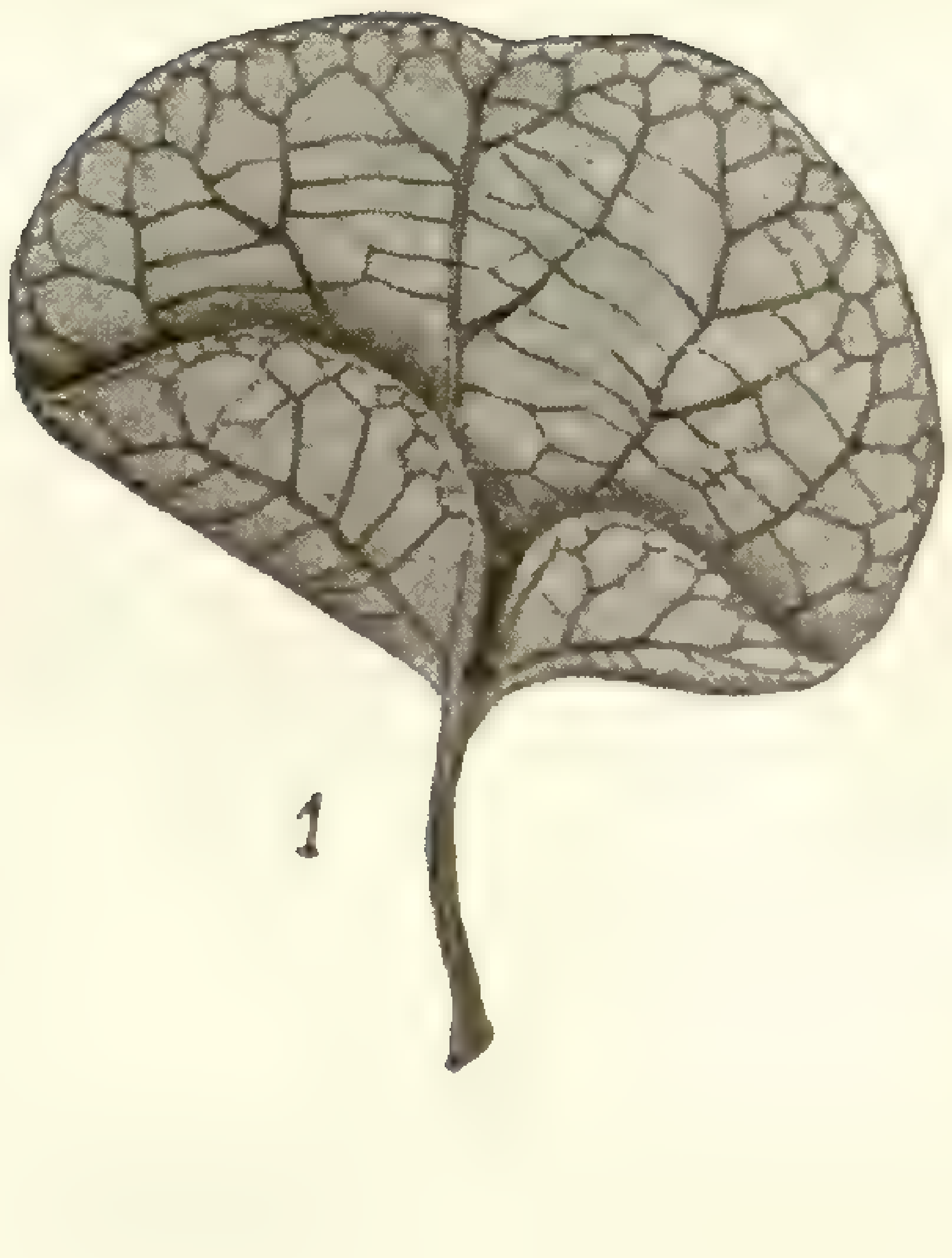

1
2
3
4
a
6
7
5
b
8
c
a'
b'
c'
9
10
a
e
12
11

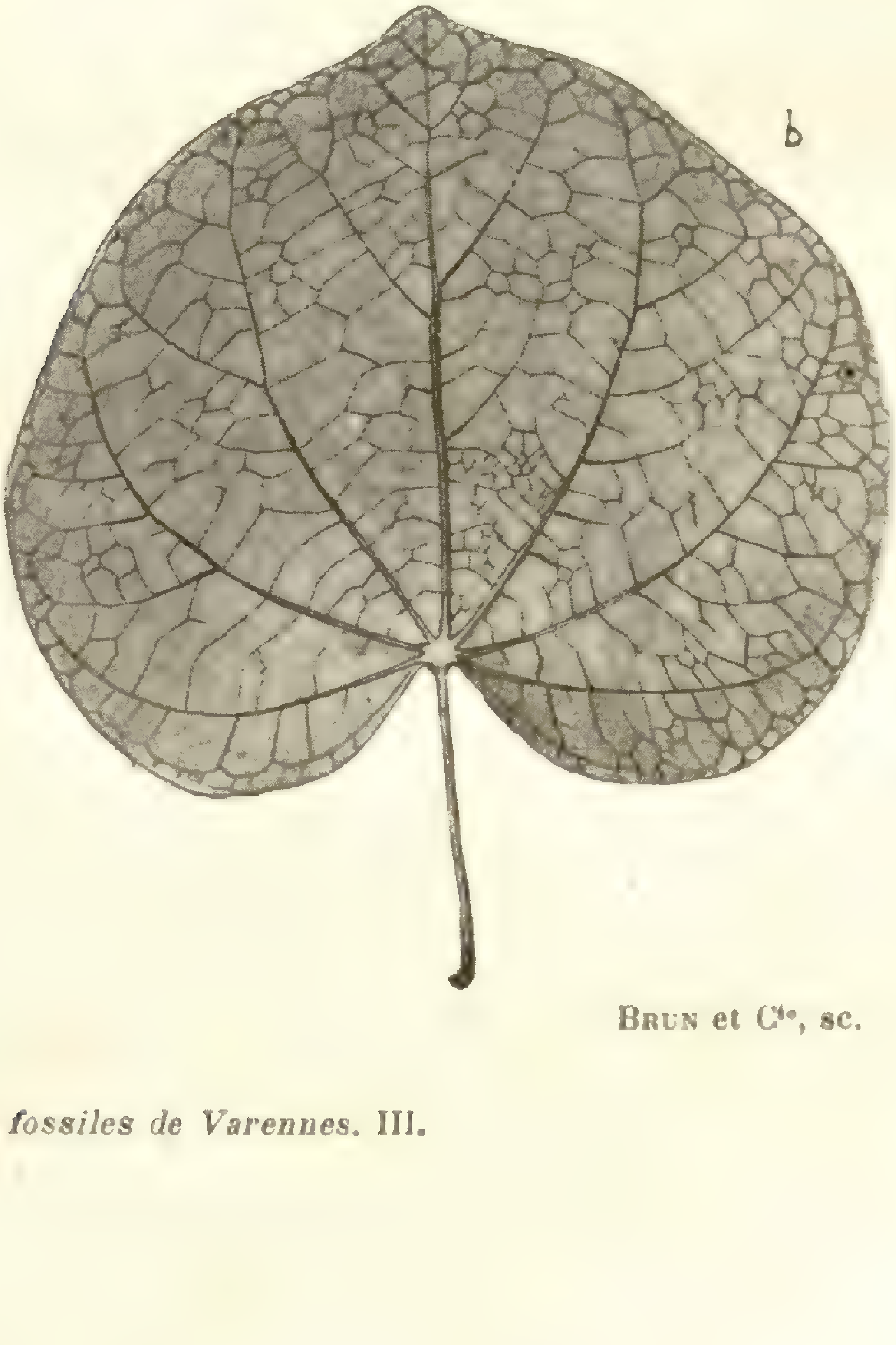
P. Marty, del. Brun et Cie, sc.

Plantes fossiles de Varennes, II.


a


2


1


b

P. Marty, del.

Brun et Cie, sc.

Plantes fossiles de Varennes. III.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE
DES
FRUCTIFICATIONS DU CULM
DE MOUZEIL (LOIRE-INFÉRIEURE)

par M. A. CARPENTIER

Généralités. — Le bassin de la Basse-Loire est constitué de deux synclinaux, dirigés du Sud-Est au Nord-Ouest : le synclinal d'Ancenis au sud et le synclinal de Teillé-Mouzeil (1).

Adolphe Brongniart, dans son *Histoire des Végétaux fossiles* a signalé et décrit des empreintes provenant des Mines de Mouzeil, mais ce sont surtout les paléobotanistes C. Grand'Eury et E. Bureau qui ont attiré l'attention du monde savant sur les fructifications de *Ptéridospermées* de ce gisement (2).

En septembre dernier, j'ai recherché des empreintes de fructifications sur les déblais de la Tardivière, commune de Mouzeil. Dans l'ensemble, la flore de ce *culm* (*Dinantien*) est moins riche en genres et en espèces que la flore westphalienne (Bassin houiller de Valenciennes). Les *Sphenopteris*, à frondes finement découpées, sont parmi les plus fréquentes des empreintes qu'on y recueille, et surtout le *Sphenopteris Dubuissoni* A. Brongt., les *S. elegans* et *S. dissectum* Brongt ; leurs rachis nettement reconnaissables aux réseaux ou aux bandes de fibres de leurs écorces (*g. Lyginopteris*, *g. Heterangium*) couvrent complètement la surface de certains schistes. Cyrille Grand'Eury cite les *Sphenopteris Dubuissoni*, *S. tenuifolia*, *S. moravica*, *S. dissecta*, *S. elegans* (1). Les *Névroptéridées* sont rares : le genre *Nevropteris* n'est guère représenté que par le *N. antecedens* et le *N. Schlehani* : durant plusieurs journées de recherches, je n'ai recueilli que des fragments de penne du *Nevropteris antecedens* Stur (Pl. 6, fig. 16) (2). Les *Lépidodendrées* sont assez communes : *Lepidodendron lycopodioïdes*, *Lepidophloios laricinus*, *Ulodendron*.

---

(1) Feuille d'Ancenis, carte géologique.

E. BUREAU. Bassin houiller de la Basse-Loire, Fasc. I, p. 340, 362. *Etudes des gîtes minéraux de la France*, 1910.

(2) C. GRAND'EURY. Sur les graines de *Sphenopteris*... (*Comptes-rendus*, *t.* CXLI, 1905, pp. 812, 813) ; sur les inflorescences de fougères à graines du culm et du terrain houiller (*ibid.*, t. CXLII, 1906, pp. 761, 762) ; recherches sur les Ptéridospermes (*Bull. Soc. Sc. de Nancy*, 15 déc. 1909, p. 7 (tiré à part).

Edouard BUREAU. Bassin houiller de la Basse-Loire, Fasc. II, p. 240 et seq., pp. 291 à 296, 1914.

On se propose dans les pages suivantes de décrire les empreintes de graines trouvées à la Tardivière et d'autres fructifications (microsporanges ou sporanges).

I. LES GRAINES, AVEC OU SANS CUPULES

Genre *Lagenospermum* Nathorst (3).

M. Nathorst désigne de la sorte de petites graines ovoïdes ou allongées fusiformes, contenues, du moins pour un temps, dans des cupules, lesquelles comptent d'ordinaire six lobes plus ou moins profondément séparés.

Lagenospermum tenuifolium Nathorst g., (E. Bureau sp.) (4).

(Planche 5, fig. 1 et 2).

Cupules, à six lobes, atténuées aux deux extrémités, longues de 13 à 14 mm. Il est possible que l'organe cupuliforme, à lobes étalés (pl. 5, fig. 3), striés finement dans le sens de leur longueur, représente une cupule ouverte de la même espèce.

Remarques. — Comparés avec le *Lagenospermum acutum* n. sp. du houiller du Nord de la France (5), les spécimens de Mouzeil se distinguent par leur plus grande taille, leurs lobes à sommet moins aigu, l'absence d'ornements superficiels.

---

(1) C. Grand'Eury, *op. cit.*, déc. 1909, p. 7 (tiré à part).

(2) D. Stur. Die Culm-Flora des Mährisch-Schlesischen Dachschiefers. *Abhand. der k. k. geologischen Reichsanstalt*, Bd. VIII, Hft 1, s. 53-55, T. XV, 1875.

(3) A. G. Nathorst. Zur Fossilen Flora der Polarländer : Nachträge zur Paläozoischen Flora Spitzbergens, Stockholm, 1914, p. 29.

(4) E. Bureau, *op. cit.* 1914, p. 253, pl. XXVII, fig. 3, 4, 5.
A. Carpentier. (*Bull. Soc. Géol. de France*, 4e série, t. XVIII, p. 244 ; pl. IV, fig. 11, 12, 13, 1919).

(5) Cf. *Revue générale de Botanique*, t. XXIII, p. 2, pl. XII, fig. 1, *a*, *b*, *c*, *d*. 1911. — *Mémoires Soc. Géol. du Nord*, t. VII, II, p. 391, pl. X, fig. 8, 9, 10, 1913.

L'empreinte de graine, dans sa cupule fusiforme (fig. 1) rappelle bien le *Lagenospermum Arberi* reconnu par M. Nathorst dans le *culm* du Spitzberg (1).

Associations. — La même plaque schisteuse contenait plusieurs graines mêlées à des fragments de penne du *Nevropteris antecedens* Stur et à des débris d'un *Sphenopteris,* qui paraît identique au *Sph (Calymmatotheca) tenuifolia,* f. *Linkii* d'Edouard Bureau (2).

Je reviens, à ce propos, sur une citation de M. F. Behrend ; cet auteur a signalé, en 1909, des organes rappelant des cupules étalées, en association avec *Sphenopteris fragilis* Brgt. (= *S. Linkii* Stur pour M. Behrend) (3) ; mais il y a lieu de réserver son jugement sur ces organes dont la vraie nature reste à trouver (4).

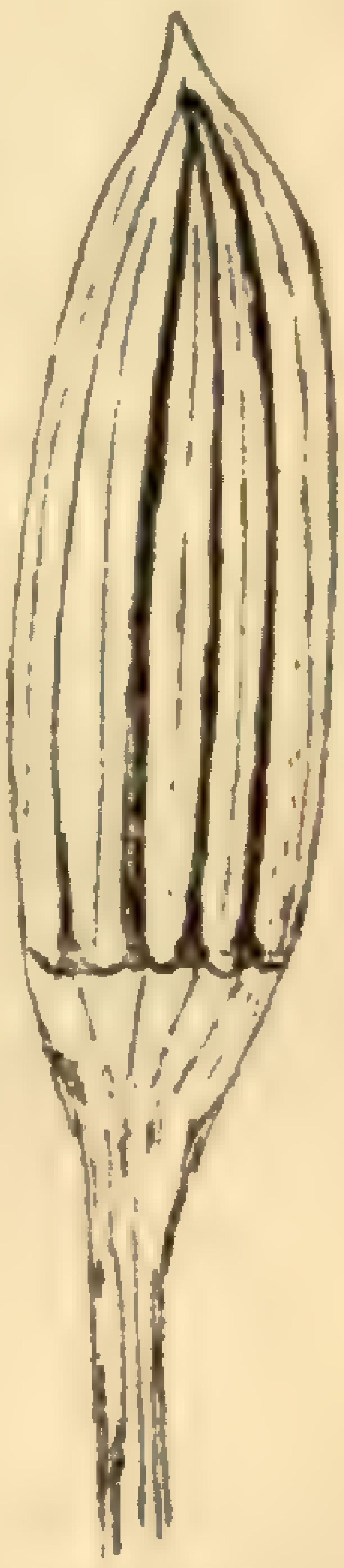


Fig. 1. — *Lagenospermum tenuifolium.* Gr. 3/1.

Lagenospermum crassum n. sp. (Pl. 5, fig. 4 à 9, 16).

Cupules longues de 12 à 16 mm., larges de 6 à 10 mm. en leur région médiane, munies de 6 lobes épais, terminés en pointe subaiguë, plus ou moins profondément séparés ; les lobes de certaines cupules apparaissent comme denticulés (mais ce fait peut être dû au mauvais état de conservation) ; région basilaire large, en forme de cône mesurant de 2 à 3 mm. de hauteur.

Remarques. — Par leur consistance épaisse, fibreuse, ces cupules rappellent celles du *Lagenostoma Lomaxi* Williamson (1). Quand les lobes sont courts, on ne pourrait mieux les comparer, pour la forme évidemment, qu'au périanthe consistant du *Myristica fragrans* ou de l'*Asarum europæum*.

---

(1) A. G. Nathorst. *op. cit.,* 1914, pp. 30, 31 ; pl. XV, surtout fig. 65, 66.

(2) E. Bureau. *op. cit.,* 1914, p, 251.

(3) F. Behrend in Potonié *Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste,* Lief VI, n° 102, fig. 1, 1909.
A. Carpentier. *(Revue générale de Botanique,* t. XXXI, p. 85, 1919).

(4) Voir à ce sujet W. Gothan : Die Oberschlesische Steinkohlenflora, I, p. 64, 1913 *(Abh. der Königlich Preuss. Geolog. Landesanst.,* N. F. Hft 75).

Association. — Ces cupules sont souvent trouvées associées aux rachis du *Sphenopteris Dubuissoni* Brgt. (pl. 5, fig. 4 et 7, *r*). E. Bureau a noté la même association, mais ses graines sont un peu plus petites, toutefois cette différence peut être due à l'état moins bon de conservation de leur région basilaire (2). Il ne me paraît pas douteux qu'il s'agisse en réalité des cupules séminifères du *S. Dubuissoni*, appartenant comme le *S. Stangeri* Stur, au groupe du *S. Hœninghausi* (3).

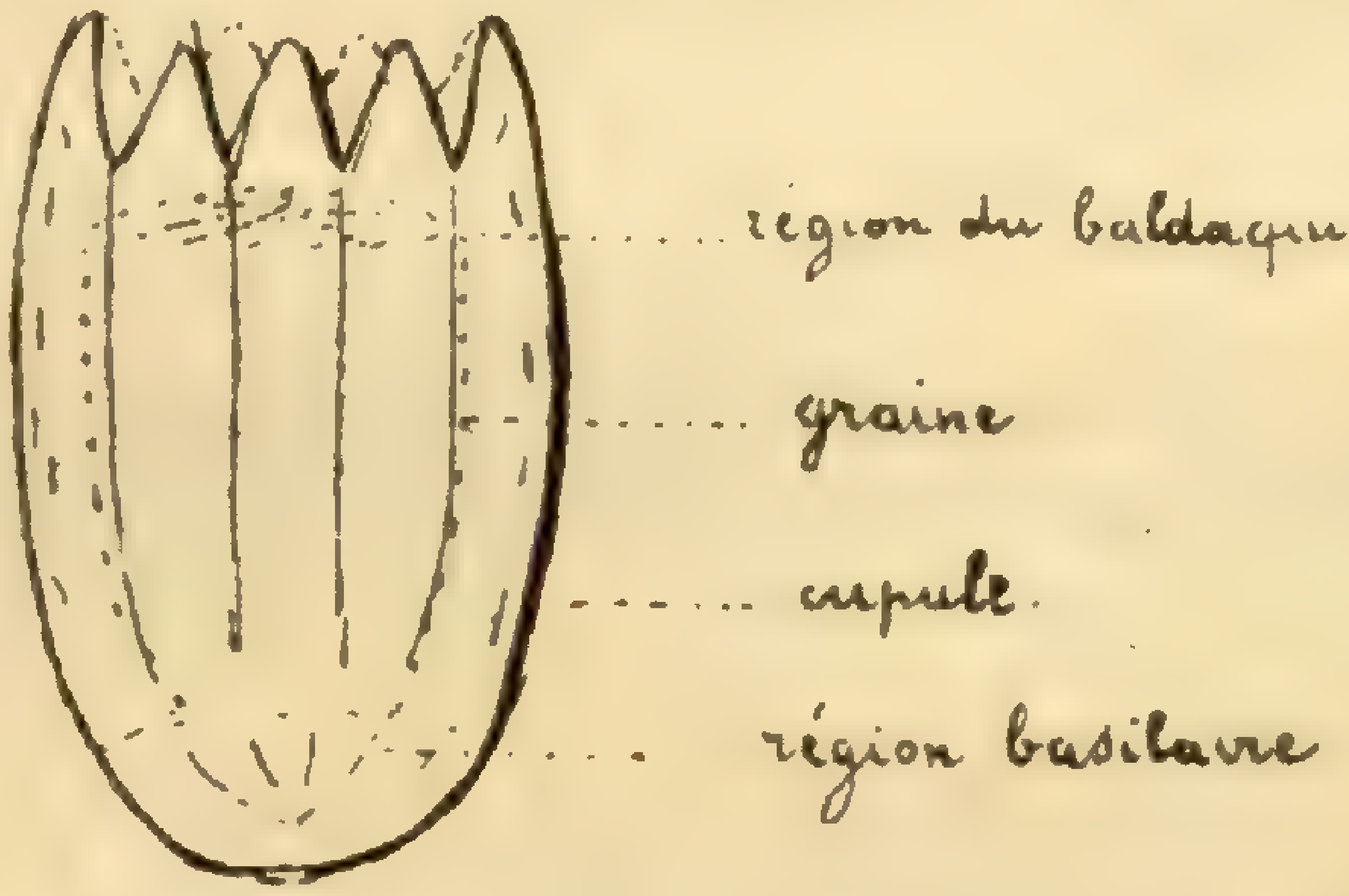


Fig. 2. — *Lagenospermum crassum*. Gr. 2/1.

Il est juste d'ajouter que C. Grand'Eury a, dès 1905, rattaché au *S. Dubuissoni* de petites graines, parfois encloses dans leur cupule, et rappelant par des détails d'organisation le *Lagenostoma Lomaxi* Will. « Nombre de ces graines, écrit-il, ont la faible dimension et le sommet en forme de pyramide ou de cône très surbaissé du *Lagenostoma Lomaxi* Will. identifié au *S. Hœninghausi* Br. lequel se rapproche beaucoup du *S. Dubuissoni*, l'espèce la plus nombreuse de Mouzeil ; la surface des stipes principaux de cette dernière espèce est, d'autre part, maillée comme celle des *Lyginodendron* auxquels a été raccordé le *Lagenostoma* ci-dessus. De plus, j'ai réussi à découvrir les mêmes graines entourées chacune à la base de 6 languettes écartées ; sur un échantillon, les dites languettes sont appliquées contre les graines, simulant ainsi un fruit de *Lagenostoma Sinclairi* Kidston (N. Arber, *Proceedings of the Royal Society*, 1905, p. 251.) ; sur un autre échantillon, elles sont soudées entre elles jusqu'au sommet de la graine à laquelle elles constituent une enveloppe fermée (1). » La figure schématique ci-jointe représente une graine dans sa cupule ; c'est un essai de restauration d'après nature (pl. 5, fig. 8, 14, 15) et d'après les données de C. Grand'Eury et E. Bureau.

---

(1) F. W. Oliver and D. H. Scott. On the structure of the palæozoïc seed *Lagenostoma Lomaxi* (*Phil. Trans. Roy. Soc. London*, S. B, vol. 197, p. 217, text fig. 2, 1904).

(2) E. Bureau. (*op. cit.*, 1914, pp. 255, 256. Pl. X, fig. 1, 1 *E* ; pl. XI, fig. 3).

(3) Voir à ce propos : W. Gothan (*op. cit.*, 1913, pp. 43-50).

***Lagenospermum inflatum* n. sp.** (Pl. 5, fig. 10-13 ; pl. 6, fig. 1).

Petites graines renflées vers le sommet, à base large, longues de 6 à 10 mm. et larges de 3, 5 à 4 mm. en leur milieu. Testa (?) brillant, plissé vers le sommet et souvent à la base. Autre interprétation : cupule brillante étroitement appliquée contre la graine et se lobulant (au sommet, ex. : fig. 10) ; cette graine à extrémité supérieure en forme de cône très surbaissé et muni de lignes ou stries rayonnantes, à région basilaire en pyramide surbaissée à six faces légèrement excavées (fig. 3).

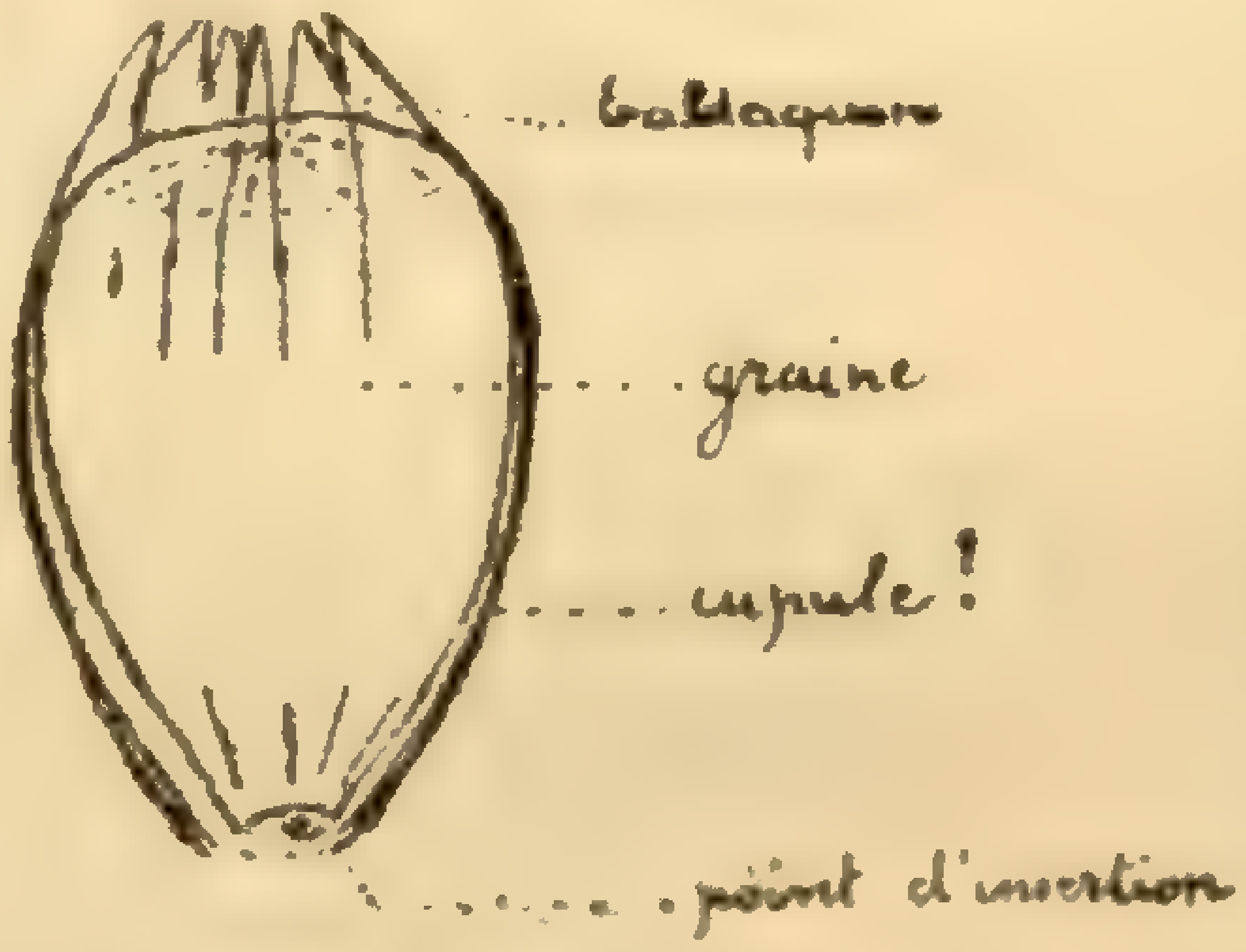


Fig. 3. — *Lagenospermum inflatum*. Gr. à peu près 3/1

Remarques paléontologiques. — Le *Lagenostoma Kidstoni* Arber présente la même tendance à la lobulation du testa (2) ; dans d'autres graines, d'organisation bien voisine, la cupule est intimement adhérente au testa de la graine et la division en lobes n'est pas visible (1).

---

(1) C. Grand'Eury. (*Comptes-rendus*, t. CXLI, 1905, p. 812).

(2) E. A. Newell Arber. On some new species of *Lagenostoma* (*Proceedings of the Royal Society* S. B. vol. 76, p. 248 ; pl. 2, fig. 1, 3, 1905.)

Une hypothèse plausible serait que ces graines *(Lagenospermum inflatum)* représenteraient les semences échappées des cupules, précédemment étudiées sous le nom de *L. crassum.*

On aurait, au centre, une graine à sommet surbaissé et strié (région du baldaquin) ; la coque de la graine, par suite de la compression ou naturellement, tendrait à se diviser en 6 valves ; les grandes cupules *(L. crassum)* envelopperaient au début, sur la plante-mère, les jeunes semences à testa complexe *(L. inflatum).*

Associations. — Sur les schistes où l'on a remarqué ces petites graines, elles gisent en très grand nombre, parmi des rachis divers de plantes filicoïdes, entre autres du *S. Dubuissoni.*

***Lagenospermum* aff. *nitidulum* (Heer), Nathorst** (Pl. 6, fig. 2, 3, 4).

Petites graines paraissant encore enfermées dans leur cupule ; empreintes de celle-ci étroites, longues de 7 à 8 mm., larges de 2 mm. en leur milieu ; 3 ou 4 lobes dégagés par places au sommet (fig. 3), à trajet non parfaitement rectiligne ; base de la graine lisse cylindro-conique, à point d'insertion nettement visible (fig. 4).

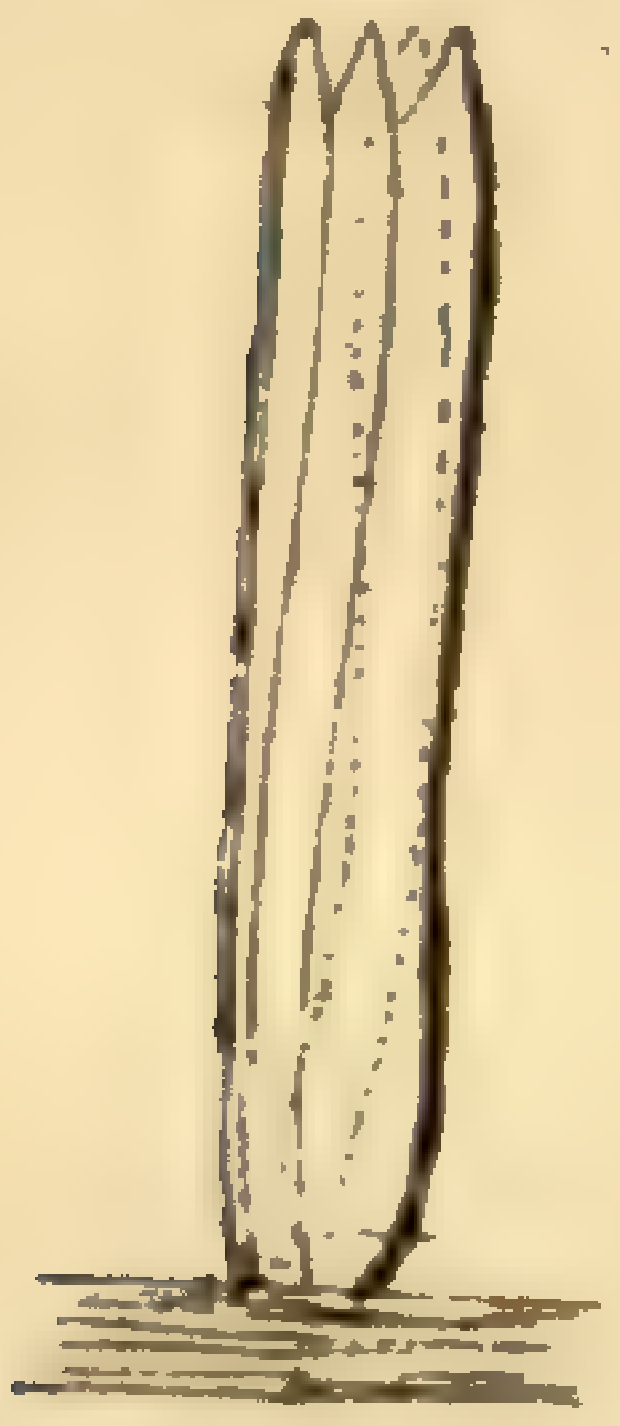


Fig. 4. — *Lagenospermum* aff. *nitidulum.* Gr. 1/3.

Comparaison. — Par sa taille, sa forme, ses dimensions relatives, le petit nombre de lobes, cette espèce de *Lagenospermum* ne laisse pas de rappeler le *L. nitidulum* que successivement Heer et M. Nathorst ont décrit du *Culm* du Spitzberg (2) et qui est lui-même voisin du *Lagenostoma Sinclairi* Kidston (3).

---

(1) Margaret J. Benson. *Sphærostoma ovale (Conostoma ovale* et *intermedium* Williamson). *Transactions of the Royal Society of Edinburgh,* vol. L., pt I, n° 1, p. 6 1914.

(2) O. Heer. Beiträge zur Fossilen Flora Spitzbergens *(K. Sv. Vet. Akad. Handl.* 14 : 5 ; S. 25, Taf. 5, fig. 23-25, 1876).

A. G. Nathorst. Zur palæozoischen Flora der arktischen zone, etc. *(K. Sv. Vet. Akad. Handl.* 26 : 4, S. 50, T. 10, fig. 27, 28, 1894.

Id. *(op. cit.,* 1914, S. 30 ; Taf. 15, fig. 59).

(3) E. A. Newell Arber. *(Proc. Royal Soc.* S. B, vol. 76, p. 251 ; pl. 2, fig. 7-11, 1905).

Comme cela a été constaté chez le *L. Kidstoni* par M. Arber (1), ces cupules paraissent parfois sessiles sur un rachis.

Associations. — A noter sur les plaques schisteuses, où le *Lagenospermum* aff. *nitidulum* a été observé, la présence de rachis et folioles du *Sphenopteris dissectum* Br. et d'un autre *Sphenopteris* voisin du *S. Linkii* Stur.

Lagenospermum sp. (Pl. 6, fig. 5, 6).

Cupules longues de 6 à 8 mm., à 6 lobes, parfois simplement indiqués (fig. 5) ; quand ces lobes sont séparés, leur consistance est dure ; leur sommet se termine en pointe subaiguë.

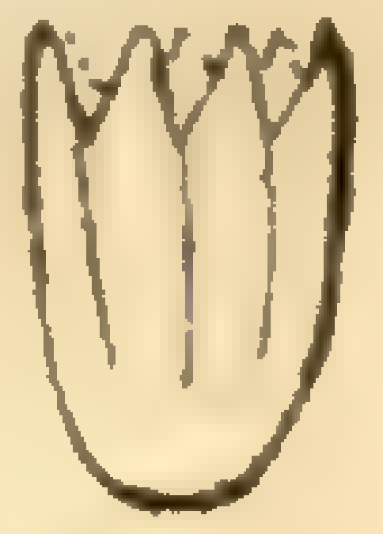


Fig. 5. — *Lagenospermum* sp. Gr. 2/3.

Remarques paléobotaniques. — La forme de ces organes, la consistance des lobes rectilignes, un peu arqués au sommet, sont analogues chez le *Lagenospermum* sp. et chez le *Lagenostoma oblonga* Kidston (2); les dimensions des spécimens de Mouzeil sont un peu moindres. M. Kidston note l'étroite affinité du *L. oblonga* et du *L. Sinclairi*, dont il a été question à propos du *Lagenospermum* aff. *nitidulum*. L'organe cupuliforme (pl. 6, fig. 5) offre une grande ressemblance avec la cupule de certain *Gnetopsis* (3).

Associations. — Ces cupules se trouvent sur les mêmes schistes que le *Lagenospermum* aff. *nitidulum*.

Carpolithus Linné.

Carpolithus (cf. *Rhabdocarpus turbinatus*) E. Bureau sp.
Pl. 6, fig. 8 (4).

Graine à symétrie rayonnée, à 10 ou 12 côtes longitudinales, accentuées ; mesure plus de 6 mm de longueur, a un diamètre de 5 mm. au sommet et de 2 mm. à la base. La forme n'est pas globuleuse comme chez le *Carpolithus (Rhabdocarpus globosus)* Bureau sp. (1). Large en son sommet, cette graine diminue insensiblement de diamètre vers la base.

---

(1) E. A. Newell Arber. (*Ibid.*, pl. 2, fig. 5, 1905).

(2) R. Kidston. (*Trans. Roy. Soc. Edinburgh*, vol. L, part I, n° 5, p. 160 ; pl. VII, fig. 1 et 2 ; figure 8 dans le texte, 1914).

(3) B. Renault et R. Zeiller, *op. cit.* Etudes sur le terrain houiller de Commentry, p. 641 ; pl. LXXII, fig. 30, 31, 1890.

(4) E. Bureau. *op. cit.*, Fasc. II, p. 294 ; pl. LXXV, fig. 5, 5 *A*, 1914.

Remarque. — Le genre *Rhabdocarpus* Gœppert et Berger comprend « des graines à contour ovoïde, à coque dure entourée d'un épiderme plus ou moins charnu parcouru par de nombreuses fibres hypodermiques » (2) ; on ne peut donc que provisoirement placer la graine en question dans le genre *Carpolithus*, *C.* cf. *turbinatus* E. Bureau sp. Les *Rhabdocarpus* ont d'ailleurs la symétrie binaire (3).

Carpolithus sp. (Pl. 6, fig. 7).

Graine à testa offrant à sa surface une sorte de reticulum résultant de fines stries ondulantes ; une fente de déhiscence : il pouvait y en avoir plusieurs, à en juger par la carène accentuée d'une valve. Cette même petite graine (longueur = 6,5 mm.) a déjà été signalée dans le *culm* de Beaulieu (Maine-et-Loire (4).

Remarques. — Cette graine à testa lisse ressemble au *Carpolithus perpusillus* de Lesquereux (5), sa surface offre aussi un réseau similaire : la taille en est plus grande : le *C. perpusillus* mesure de 2 à 4 mm. ; par sa dimension, le *Carpolithus* de Mouzeil et de Beaulieu se placerait près du *Carpolithus ellipticus* Sternberg.

II. SPORANGES OU MICROSPORANGES

Il est étonnant que les paléobotanistes qui se sont occupés du gisement de Mouzeil et des *Ptéridospermées* qu'on y découvre, n'aient signalé que des empreintes de graines avec ou sans cupules, et n'aient pas parlé des microsporanges. Car, si réellement bon nombre de *Sphenopteris* de Mouzeil sont des plantes à graines, quels sont donc les organes correspondant aux sacs polliniques ou aux anthères? Après comparaison avec des empreintes du Westphalien ou d'autres gisements dinantiens, je crois que trois types de microsporanges sont, pour le moins, représentés dans le *culm* de Mouzeil.

---

(1) E. Bureau. *ibid.*, 1914, p. 294 ; pl. LXXV, fig. 3.

(2) R. Zeiller. Eléments de paléobotanique, p. 222, 1900.

(3) B. Renault et R. Zeiller. Etudes sur le terrain houiller de Commentry *Bull. Soc. Industrie Minérale*, 3e série, t. IV, 1890, p. 635.

(4) Cf. *Bull. Soc. Géol. de France*. 4e sér., t. XVIII, p. 244 ; pl. IV, fig. 14, 1919.

(5) Lesquereux. *Coal-Flora* III, p. 825, pl. CXI, fig. 22-24, 1884.

R. Zeiller. Bassin houiller de Valenciennes. Flore fossile, p. 654, pl. XCIV, (fig. 18, 1888.

R. Kidston. Les Végétaux houillers recueillis dans le Hainaut belge. (*Mém. Musée Royal Histoire naturelle d. Belgique*, t. IV, p. 243, 1909).

A. Carpentier. Note sur quelques graines de Ptéridospermées, etc. (*Ann. Soc. Géol. du Nord*. t. XLI, p. 116 ; pl. V, fig. 1, 1912).

I. Genre *Telangium* Benson (1).

Ce terme est employé dans la même acception que l'a fait M. Nathorst (2) : organes constitués par quelques microsporanges, qui sont plus ou moins soudés entre eux à leur base et non pas situés à la face inférieure d'un limbe épais de foliole transformée, comme dans le genre *Crossotheca* Zeiller, mais continuent la partie basilaire stérile, réduite.

Telangium sp. (Pl. 6, fig. 10).

Quelques synangiums ou groupe de microsporanges soudés (longueur = 1.5 à 2 mm.) à l'extrémité de minces et courts filets.

Remarques. — Le *Telangium nutans* que j'ai, à diverses reprises, signalé dans le Westphalien du Nord de la France, a les microsporanges un peu plus longs (2 à 3 mm.) (3). Dans le Bassin de la Basse-Loire, j'ai découvert les mêmes fructifications (*Telangium* sp.) à Beaulieu (Maine-et-Loire), à la Berteaudrie et la Gautellerie (Loire-Inférieure) dans le *culm supérieur* (4) ; à Chalonnes, j'ai recueilli des fructifications de même genre dans le *culm inférieur*, ce terme étant pris dans l'acception d'Edouard Bureau (niveau inférieur du Dinantien) (5).

Ces fructifications de g. *Telangium* sont très voisines des *Codonotheca* Sellard (6). Le limbe n'est pas complètement absent, comme je l'ai fait remarquer plusieurs fois. Les microsporanges prolongent la partie basilaire stérile de même façon que les doigts continuent la paume de la main (1).

---

(1) M. Benson. *Telangium Scotti*, a new species of *Telangium* (*Calymmatotheca*) showing structure (*Annals of Botany*, vol. XVIII, p. 162, 1904).

(2) A. G. Nathorst, *op. cit.*, 1914, pp. 20, 21.

(3) *Revue générale de Botanique*, t. XXIII, 1911, p. 12, pl. XV, fig. 1, 3, 4, 5, 6. *Mém. Soc. Géol. du Nord*, t. VII, II, pp. 378, 379 ; pl. IX, fig. 1 et 2, 1913.

(4) Cf. *Bull. Soc. Géol. de France*, 4ᵉ série, t. XVIII, p. 243 ; pl. IV, fig. 8, 1918.

(5) *Soc. Géol. de France, Comptes-rendus sommaires*, juin 1919, p. 119.

(6) E. H. Sellards. (*Amer. Journ. Sc.*, vol. XVI, p. 87, 1903).

Association. — Plusieurs fois, en des points éloignés du Bassin de la Basse-Loire, ce *Telangium* sp. a été trouvé dans les mêmes roches que le *Sphenopteris Dubuissoni.* C'est peut-être là une indication ou une voie de recherche.

2. Genre *Pterispermotheca* n. g. (2) (Pl. 6, fig. 11, 12).

Sporanges (ou microsporanges) longs de 2,5 à 3 mm., distincts, pendant à l'extrémité de minces filets, réunis en petits groupes ou fascicules.

Remarques. — Découvert une première fois à Beaulieu (Maine-et-Loire), ce genre a été remarqué à Mouzeil, entre autres par M. J. Péneau du Muséum d'Histoire Naturelle de Nantes, et à la Sanguinière (Sarthe).

3. Cf. *Diplotheca (D. stellata* Kidston) (3). (Pl. 6, fig. 14).

Sous ce nom de *Diplotheca stellata* N. R. Kidston a désigné des sporanges allongés, unis par la base autour d'un petit disque et plus ou moins longuement soudés par paires. Il me semble que les organes représentés (pl. 6, fig. 14) et d'autres empreintes de Mouzeil sont plutôt des *Diplotheca* que des cupules.

Dans le *culm* inférieur de Chalonnes, on observe aussi des fructifications très voisines des *Diplotheca ;* groupe d'organes allongés (sporanges ou microsporanges) qui sont soudés par deux, comme dans le *g. Diplotheca.*

III. *INCERTÆ SEDIS*

1. Guilielmites Geinitz.

Sous le nom de *Guilielmites umbonatus*, E. Bureau a placé des empreintes de « disques épaissis au pourtour, déprimés au centre, la paroi formée d'une sucession de lamelles, les unes lisses, formées de charbon, les autres formées de minces couches de schiste » (1). J'ai émis l'idée que certaines de ces empreintes discoïdales pourraient bien appartenir à des graines, dont elles constituaient l'arille (2). On pourra avec intérêt établir la comparaison entre l'empreinte (pl. 6, fig. 9, en *a*) et les empreintes de disques charnus entourant de petites graines du Westphalien du Nord de la France (3). D'ailleurs (en *g*, fig. 9, pl. 6), une graine est entourée d'une enveloppe fibreuse et charnue sur la plaque schisteuse qui porte le *Guilielmites* ?

---

(1) Cf. *Revue générale de Botanique*, t. XXVII, p. 10 ; pl. VIII, fig. 5, 1915.

(2) Cf. *Revue générale de Botanique*, t. XXXI, 1919, p. 89 ; pl. III, fig. 5, 6, 7.

(3) R. Kidston. *Mém. of the Géol. Surv. of the United Kingdom*. Summary of Progress for 1902, p. 131, 1903.

Id. *Phil. Trans. Royal Society London*, S. B, vol. 198, p. 431 ; fig. 11 dans le texte, 1906.

2. Les empreintes représentées (pl. 6, fig. 15) sont d'une interprétation difficile. On dirait des sporanges soudés latéralement et sur une base élargie triangulaire ; l'ensemble mesure 3 mm. et chaque organe en relief 2 mm. de longueur. Il se peut que dans la suite, quand de meilleurs échantillons auront été découverts, on soit amené à placer ces empreintes minuscules près des genres *Rhynchogonium* et *Boroviczia* (4).

IV. REMARQUES GÉNÉRALES ET CONCLUSIONS

1. Le gisement dinantien de Mouzeil est riche en empreintes de petites graines encloses ou non dans des cupules :

2. L'une des plus fréquentes est le *Lagenospermum crassum*, dont la cupule à 6 lobes est dure et coriace, et qui se trouve fréquemment en association avec le *Sphenopteris Dubuissoni* Br.

3. Le *Lagenospermum tenuifolium* E. Bureau, dont la cupule a de même 6 lobes, a une forme plus allongée que le *L. crassum*. On trouve cette graine à l'extrémité d'axes striés à Mouzeil et à la Gautellerie (Loire-Inférieure).

4. Un type de graine ressemble beaucoup au *Lagenospermum nitidulum* du *culm* du Spitzberg ; la cupule ne compte que 4 lobes et la forme en est très allongée et fort étroite.

---

(1) E. Bureau, *op. cit.*, 1914, p. 309.

(2) *Revue Générale de Botanique*, t. XXXI, p. 91, 1919.

(3) *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XLI, pp. 117, 118 ; pl. V, fig. 2, *c'*, 1912.

(4) Pour l'étude de ces deux genres, voir A. G. Nathorst, *op. cit.*, 1914, pp 23-26.

5. De petites cupules assez semblables au *Gnetopsis elliptica* B. Renault et R. Zeiller ont été découvertes plusieurs fois.

6. Les *Carpolithus* sont nombreux : les uns à coque lisse, les autres costulés (*C. turbinatus* E. Bureau, *C.* cf. *turbinatus* n. f., *C. globosus* Bureau sp. : certains à coque bi ou trivalve. Il paraît évident que plusieurs étaient les semences des cupules mentionnées parmi les *Lagenospermum*.

7. Il faut ajouter que C. Grand'Eury a signalé de plus « des graines quatre fois plus grandes ayant une base très charnue et formée de 6 valves en partie disjointes (1) ».

8. Comme l'a fait observer le paléobotaniste précité, les petites graines de g. *Lagenospermum* ou de genres voisins paraissent bien appartenir aux *Sphenopteris*. On sait par ailleurs que les *Sphenopteris* du groupe *S. Hœninghansi* et du groupe *S. elegans*, fréquents à Mouzeil portaient de petites graines des genres *Lagenostoma* et *Sphærostoma* (études de MM. Scott, Oliver, Miss Benson).

9. Dans le Westphalien du Nord de la France, c'est avec des *Sphenopteris* que se remarquent les petites graines du genre *Lagenospermum*. Par contre, certaines graines rapportées aux *Névroptéridées* et communes dans le houiller du Bassin de Valenciennes, n'ont été signalées qu'à titre exceptionnel dans le Bassin de la Basse-Loire où les *Névroptéridées* sont rares.

10. Il est intéressant de noter que le paléobotaniste E. Bureau a déterminé l'une de ces graines rares *Rhabdocarpus tunicatus* (2) et que le *Nevropteris Schlehani*, l'un des *Nevropteris* de la Basse-Loire, a été trouvé en association étroite avec des graines de même taille et de même structure, soit dans le Westphalien de Belgique par M. A. Renier, soit dans le houiller du bassin du Nord par M. Paul Bertrand (3).

---

(1) C. Grand'Eury. *Comptes-rendus*, t. CLXI, 1905, p. 813.

(2) Edouard Bureau, *op. cit.*, 1914, p. 293 ; pl. XXIX, fig. 4.

(3) A. Renier. *Ann. Soc. Scientifique*, Bruxelles, octobre 1910.
Id., Documents pour l'étude de la Paléontologie du terrain houiller, 1910, pl. 111, *a*.
P. Bertrand. Les fructifications des Nevroptéridées (*Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. XLII, p. 123 ; pl. VI, fig. 1 *a*, 1 *b*, 1913).

11. Nos connaissances sur les microsporanges des *Ptéridospermées* de Mouzeil et du Bassin de la Basse-Loire sont encore rudimentaires. On n'a découvert jusqu'ici que quelques fragments d'inflorescences ; les synangiums ou les sporanges pendent à l'extrémité de filets très grêles, ce qui explique leur rareté à l'état d'empreintes. Le genre *Telangium*, ou un genre très voisin, qui apparait dès le dévonien supérieur (1) s'est développé durant le *culm inférieur* et *supérieur* de la Basse-Loire et pendant le Westphalien dans le Nord ; dans le *culm* de Spitzberg, M. Nathorst a fait connaître plusieurs espèces de ce genre. Le g. *Diplotheca*, établi par M. Kidston sur des empreintes du *calcaire carbonifère* d'Ecosse, ou un genre allié au *Diplotheca*, existe à Chalonnes-sur-Loire et peut-être à Mouzeil ; de plus, certains spécimens de g. *Zeilleria* Kidston prendront place sans doute parmi les fructifications mâles de *Ptéridospermées (Sphenoptéridées)*.

---

(1) E. A. Newell ARBER and R. H. GOODE. On some fossil plants from the devonian rocks of North Devon. (*Proc. Cambridge Phil. Soc.*, vol. XVIII, part 3, p. 99 ; pl. IV, fig. 8, 9, 1915).

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche 5

Fig. 1. — *Lagenospermum tenuifolium* E. Bureau sp. ; une cupule fermée ; grossissement 17/14.

Fig. 2. — *Id.*, cupule close ; gr. 7/2.

Fig. 3. — Peut-être la même cupule ouverte ; gr. 4/3.

Fig. 4. — *Lagenospermum crassum* n. sp., cupule ; *r*, rachis du *Sphenopteris Dubuissoni* ; gr. 5/3.

Fig. 5. — *Id.*, cupule et base d'une graine, en *b* ; gr. 5/3.

Fig. 6. — *Id.*, 3 cupules ; gr. 3/2.

Fig. 7. — *Id.*, cupule épaisse à lobes peu prononcés ; *r*, rachis de *Sphenopteris Dubuissoni*, gr. 5/3.

Fig. 8. — *Id.*, cupule ouverte, au centre une graine ; gr. 12/7.

Fig. 9. — *Id.*, cupule aplatie ; gross. 6/4.

Fig. 10. — *Lagenospermum inflatum* n. sp., une graine à coque plissée ou à cupule intimement adhérente et lobée au sommet ; gr. 5/2.

Fig. 11. — *Id.*, deux graines ; gr. 13/17.

Fig. 12. — *Id.*, plaque schisteuse à nombreuses graines ; *c*, sommet surbaissé d'une graine ; gross. 3/1.

Fig. 13. — Une graine à sommet présentant des stries rayonnantes ; gr. 3/1.

Fig. 14. — Graine à base (?) nette ; grossissement presque 4/1.

Fig. 15. — Région basilaire (?) costulée d'une graine ; gr. 2/1.

Fig. 16. — *Lagenospermum crassum*, une cupule à gauche et en bas ; gr. 2/1.

Planche 6

Fig. 1. — *Lagenospermum inflatum* n. sp. ; plusieurs graines ; gr. 16/7.

Fig. 2. — *Lagenospermum* aff. *nitidulum* (Heer), Nathorst ; deux graines encore encloses dans leurs cupules ; gr. 15/7.

Fig. 3. — *Id.*, lobes séparés au sommet ; gr. 17/8.

Fig. 4. — *Id.* (?) ; base de graine, gr. 5/2.

Fig. 5. — *Lagenospermum* sp. ; cupule ouverte au sommet ; gr. 15/8.

Fig. 6. — *Id.*, cupule plus profondément lobée ; grandeur naturelle.

Fig. 7. — *Carpolithus* ; graine à coque déhiscente en 2 valves ; gr. 15/6,5.

Fig. 8. — *Carpolithus* cf. *turbinatus* E. Bureau, graines à côtes accentuées, nombreuses ; gr. 8/5.

Fig. 9. — Arille charnu de graine, *a* ; *g*, graine costulée entourée d'une enveloppe cupuliforme fibreuse ; gr. 20/8.

Fig. 10. — *Telangium* sp. ; gr. 3/1.

Fig. 11. — *Pterispermotheca* ; gr. presque 5/3.

Fig. 12. — *Id.* ; gr. 2/1.

Fig. 13. — *Pterispermotheca* ? gr. 5/3.

Fig. 14. — Cf. *Diplotheca stellata* ? Kidston ; gr. 13/7.

Fig. 15. — Empreinte *incertæ sedis* ; gr. 3/1.

Fig. 16. — *Nevropteris antecedens* Stur. fragment de penne ; gr. un peu plus de 2/1.

NOUVELLES RECHERCHES
SUR LA
FLORE FOSSILE DES ENVIRONS DE VARENNES
(PUY-DE-DOME)

par MM. **Roland DE LA VAULX** et **Pierre MARTY**

avec Introduction de M. **Ph. GLANGEAUD**

(suite et fin)

DIATOMÉES DE VARENNES
(Saut de la Pucelle, Dent du Marais, lac Chambon)

d'après J. Héribaud et A. Lauby

Achnantées.

Cocconeis lineata Ehr. — *C. euglypta* Grun. — *C. pediculus*, var. *rotundata* J. Br. et J. Hérib. — *C. trilineata* M. Per. et J. Hérib.

Naviculées.

Navicula Brauni Grun., var. *moissacensis* Hérib. — *N. cymbula* Donk. — *N. elliptica* Ktz. — *N. gastrum* Donk. — *N. hemiptera* Ktz. — *N. limosa* Ktz. — *N. major* Ktz. — *N. peregrina* Ehrb. — *N. placentula* Ehrb. — *N. radians* Hérib. — *N. radiosa* Ktz. — *N. Reinhardtii* Grun. — *N. rupestris* Ktz. — *N. sublinearis* Grun.

Stauroneis acuta W. Sm. — *S. gracilis* Ehr. — *S. phænicenteron* Ehr.

Cymbellées.

Cymbella aspera Ehr. — *C. gastroides* Ktz. — *C. gastroides*, var. *minor* V. H.

Encyonema lunula Grun. — *E. turgidum* Grun.

Gonphonémées.

Gomphonema capitatum Ehrb. — *G. intricatum* Ktz.

Synédrées.

Synedra ulna Ehrb.

Fragillaria brevistriata Grun., var. *Mormorum* Grun. — *F. pacifica* Grun , var. *trigona* J. Br. et J. Hérib. — *F. virescens* Ralfs.

Eunotiées.

Eunotia hungarica, var. *gracilior* Pant. — *E. polyglyphis* Grun., var. *pentaglyphis* Grun.

Ephithémiées.

Epithemia Hyndmanii W. Sm. — *E. turgida* Ktz. — *E. turgida*, var. *granulata* Grun. – *E. Westermannii* Ktz. — *E. Zebra* Ktz. — *E. Zebra*, var. *minor* J. Hérib.

Niztchiées.

Grunowia moissacensis M. Per. et J. Hérib.

Surirellées.

Surirella bifrons Ktz.

Tabellariées.

Tetracyclus ellipticus Ehrb. — *T. emarginatus* W. Sm. et Ehrb — *T. lancea* M. Per. — *T. rhombus* Ralfs.

Mélosirées.

Melosira arenaria Moor. — *M. Bruni* M. Per. et J. Hérib. — *M. crenulata* Ktz. — *M. tenuis* Ktz. et Grun.

Cyclotella Charetoni J. Hérib.

Coscinodiscées.

Coscinodiscus Chambonensis M. Per. et J. Hérib. — *C. dispar* M. Per. et J. Hérib. — *C. dispar,* var. *radiata* J. Hérib.

Eupodiscées.

Heribaudia ternaria M. Per.

CATALOGUE DES VÉGÉTAUX FOSSILES DE VARENNES

Dressé d'après l'examen critique des espèces décrites par Boulay et d'après l'étude de celles qui proviennent de nos propres recherches, et qui sont ici marquées d'un astérisque.

Muscinées.

Mnium ?
Hypnum ?

Filicinées.

Polypodium vulgare L.

Conifères.

Torreya nucifera Sieb. et Zucc.
* *Ginkgo biloba* Kæmpf.
Juniperus sp.
Picea sp.
Abies sp.
Pinus sp.
Cedrus sp.

Typhacées.

* *Sparganium* sp.

Graminées.

Bambusa cambonènsis N. Boul.

Potamées.

Potamogeton quinquenervis N. Boul.

Salicinées.

Populus Tremula L.

Bétulacées.

Alnus insignis N. Boul.
Betula alba L.

Cupulifères.

Carpinus Betulus L.
C. orientalis Lam.
Fagus silvatica L.
Quercus hispanica Rér.

Platanées.

Platanus aceroides Gœpp.

Ulmacées.

Ulmus Braunii Heer.
U. acuminata N. Boul.
Zelkova crenata Spach.
Planera Ungeri Ett.
* *Celtis Japeti* Ung.

Laurinées.

* *Laurus nobilis* L.
Sassafras Ferrettianum Massal.

Renonculacées.

* *Pæonia Moutan* Sims.

Juglandées.

Juglans acuminata A. Br.
J. Sieboldiana Maxim.
* *Carya minor* Sap. et Mar.

Ilicinées.

* *Ilex decidua* Walt.
* *I. balearica* Desf.

Cornées

Cornus sanguinea L.

Myriophyllées.

* *Myriophyllites* sp.

Légumineuses.

Cassia phaseolites Ung.
* *Cercis siliquastrum* L.

Acerinées.

Acer pseudoplatanus L.
A. lætum C. A. Mey.
A. decipiens A. Br.
A. campestre L.

Rosacées.

* *Rosa Glangeaudi* Marty.
* *Raphiolepis indica* Lindl.

Sapotées.

* *Bumelia Rieufi* Marty.

Oléinées.

* *Fraxinus Oregona* Nutt.

Scrofularinées.

Paulownia europæa Laur.

Ce catalogue comprend 47 genres de plantes, réparties entre 23 familles, et dont 38 (1) ont pu être déterminées spécifiquement.

---

(1) Ce nombre devra même être réduit à 37 si l'on admet avec tous que le *Zelkova crenata* et le *Planera Ungeri* de la flore de Varennes ne représentent qu'une seule et même entité spécifique.

Sur ce nombre 14 formes nouvelles proviennent de nos propres recherches.

C'est donc de près d'un tiers de ses éléments que nous avons enrichi la flore fossile de Varennes, et l'importance de cet apport nous donnait, semble-t-il, le droit d'en entreprendre la revision sans manquer de déférence à la mémoire du vénéré paléontologiste de Lille.

CONCLUSIONS PALÉONTOGIQUES, CHRONOLOGIQUES, BOTANIQUES ET CLIMATOLOGIQUES

I

Au moment de mettre en œuvre le catalogue de plantes fossiles de Varennes que nous venons d'établir, notre premier objectif, et le plus important par sa portée générale, est de fixer aussi exactement que possible l'âge auquel remonte la flore de ce gisement.

On sait que, pour beaucoup de géologues, le chronomètre paléontologique le plus précis est celui que fournissent les mammifères, les mollusques venant ensuite et les plantes en dernier lieu. Il y aurait peut-être des réserves à faire sur cette hiérarchie, mais acceptons-la telle quelle.

Lorsqu'il s'agit de dater un gisement de végétaux fossiles, deux méthodes s'imposent, selon les circonstances. Ou ce gisement renferme des restes de mammifères, de mollusques, ou il n'en renferme pas. Dans le premier cas, c'est à eux, de préférence, que s'adresse le paléontologiste. Dans le second cas, n'ayant à sa disposition que des végétaux, il établit le pourcentage de sa liste d'espèces comparativement à celles de gisements datés; et il synchronise la flore qu'il étudie à celui de ces étalons avec lequel elle présente le plus grand nombre d'espèces communes.

Les poissons et les insectes trouvés à Varennes n'ayant, en fait, aucune valeur chronologique, c'est à la seconde de ces méthodes que nous devons avoir recours.

Elle est, d'ailleurs, de rendement inégal, selon l'éventualité. Lorsque les flores fossiles prises comme critère sont frustes, pauvres, dépourvues de débris zoologiques, sommairement décrites, mal figurées, lorsque les gisements qui les renferment sont très éloignés de celui en cause, les déductions chronologiques tirées de ces rapprochements sont forcément aléatoires. Mais lorsque les termes de comparaison sont riches, pris à proximité, lorsque les gisements qui les fournissent sont bien datés par de la faune, lorsqu'ils ont été étudiés avec soin par un groupe de paléontologistes s'inspirant du même esprit philosophique, on peut espérer de tels rapprochements les résultats les plus féconds et les plus précis.

Or, c'est ce dernier cas qui se présente à nous. Du sommet du Mont Dore au sommet du Cantal, il n'y a pas 70 kilomètres à vol d'oiseau. Le Cantal est un volcan d'une régularité parfaite où, entre les coulées vives et les brèches, s'intercalent, à plusieurs niveaux, et de la base au sommet, des gisements de plantes fossiles. Ceux du niveau inférieur sont argileux, ceux des niveaux moyens et supérieurs cinéritiques. Parmi les premiers on compte Lugarde, le Trou de l'Enfer, Joursac et Chambeuil. Le gisement de Joursac a livré à l'un de nous 100 espèces végétales. M. Boule, dont le nom, joint à celui de Rames, domine la géologie cantalienne, en a fait connaître : *Dinotherium giganteum* Kaup., *Rhinoceros Schleiermacheri* Kaup. et *Hipparion gracile* Kaup. Ce sont là des mammifères tout à fait caractéristiques du Miocène supérieur ou Pontien, et ils suffisent à dater de la façon la plus exacte et la plus nette les flores de la base du Cantal auxquelles ils sont associés.

Les principaux gisements moyens et supérieurs sont ceux de Niac (50 espèces), du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent (57 espèces), de Lagarde, de Capels, de Lasclausades, de Cheylade. A proximité et au niveau du gisement classique du Pas-de-la-Mougudo, au Pont de Gail, l'un de nous a récemment découvert, outre une profusion de graines fossiles dont mistress Reid a déjà déterminé de nombreuses espèces, une faune de Mollusques où M. Dollfus a reconnu : *Helix labyrinthiculus* Mich., *Carychium pachychilus* Sandb., *Vertigo Dupuyi* Mich., *Planorbis filocinctus* Sandb., *P. Thiollierei* Mich., *P. Mariæ* Mich., *P. Matheroni* F. et T., *Limnæa Bouilleti* Mich., *Zonites nitens* Mull. et *Bithiniella abbreviata* Mich.

Ces espèces sont caractéristiques de la faune bien connue d'Hauterives. Les couches d'Hauterives se parallélisent avec les argiles marines à *Nassa semistriata* de la vallée du Rhône, où celles-ci représentent le type le plus complet de notre Pliocène inférieur.

Ainsi donc, les flores fossiles des niveaux moyens et supérieurs du volcan du Cantal peuvent, sans hésitation, être rapportées au Plaisancien, qui fait immédiatement suite au Pontien. Ajoutons que les éléments si nombreux de ces flores sont admirablement conservés et qu'ils ont été décrits par des paléontologistes dont les études s'inspirent d'une même méthode.

De Saporta, le premier, a fait connaître une partie des plantes fossiles du Cantal. La publication de la majorité de celles-ci a été magistralement faite par M. Laurent, initié à la paléobotanique par Marion, le collaborateur de de Saporta. L'un de nous enfin, qui n'est peut-être pas tout à fait étranger aux études parues sur les végétaux fossiles du Cantal, se fait un honneur de rappeler ici tout ce qu'il doit à la maîtrise, au fidèle et constant concours de M. Laurent.

En présence d'éléments de comparaison aussi rapprochés, aussi nombreux, aussi précis, il nous a semblé superflu, pour dater la flore de Varennes, et même imprudent, d'aller, ailleurs, en chercher d'autres qui seraient loin de les valoir.

Et c'est ainsi que nous sommes amenés à examiner quelles sont les espèces de Varennes qu'on retrouve à la fois dans la flore pontienne et dans la flore plaisancienne du Cantal, celles qu'on ne retrouve que dans la première, celles qu'on ne retrouve que dans la seconde de celles-ci. Les pourcentages dégagés de telles comparaisons nous indiqueront l'exact niveau chronologique du gisement de Varennes.

Notons d'abord que 13 des espèces qu'on y a découvertes sont, jusqu'ici, inconnues dans le Cantal. Ce sont : *Polypodium vulgare, Torreya nucifera, Ginkgo biloba, Ulmus acuminata, Pæonia Moutan, Juglans Sieboldiana, Ilex decidua, I. balearica, Cassia phaseolites, Cercis siliquastrum, Rosa Glangeaudi, Raphiolepis indica* et *Fraxinus oregona.*

Ces 13 espèces doivent donc être exclues de nos matériaux de comparaison.

Sur celles qui restent, 13 se trouvent à la fois dans le Pontien et dans le Plaisancien du Cantal. Ce sont : *Populus Tremula, Carpinus Betulus, C. orientalis, Fagus sylvatica, Quercus hispanica, Platanus aceroides, Planera Ungeri, Laurus nobilis, Sassafras Ferettianum, Juglans acuminata, Carya minor, Acer lætum* et *Paulownia europæa.* Ce nombre élevé d'espèces indique avec force les affinités que présente à la fois la flore de Varennes vis-à-vis de la flore pontienne et de la flore plaisancienne du Cantal.

Les espèces de Varennes qui ne se retrouvent que dans la flore pontienne du Cantal sont au nombre de 7 : *Bambusa cambonensis*, *Potamogeton quinquenervis*, *Betula alba*, *Alnus insignis*, *Celtis Japeti*, *Acer decipiens* et *Bumelia Rieufi*.

Les espèces de Varennes, enfin, qui ne se retrouvent que dans la flore plaisancienne du Cantal sont au nombre de 4 : *Ulmus Braunii*, *Cornus sanguinea*, *Acer pseudo platanus* et *A. campestre*.

D'où ressort avec netteté que, au point de vue pourcentage, la flore de Varennes est presque exactement intermédiaire entre les flores pontienne et plaisancienne du Cantal, mais un peu plus rapprochée de la première que de la seconde.

En 1905, M. Laurent a publié sa grande *Flore pliocène des Cinérites du Pas-de-la-Mougudo et de Saint-Vincent-la-Sabie*. Dans l'introduction géologique et paléontologique de cet ouvrage, l'un de nous, parlant du gisement de Varennes, s'exprimait en ces termes :

« La flore du Mont Dore occupe une place intermédiaire à celles du Pontien et du Plaisancien du Cantal. Elle est l'équivalent de ce que nous montre, en paléontologie animale, la faune des lignites du Casino, en Toscane, où les formes du Miocène supérieur, telles que *Mastodon longirostris*, *Tapirus priscus*, *Sus Erymanthius*, *Hipparion gracile*, *Dremotherium*, etc., sont associées à des formes du Pliocène inférieur, comme *Antilope Cordieri*, *Semnopithecus monspessulanus*, *Cervus australis*, etc. » Nous n'avons rien à changer à ces conclusions déjà vieilles de quinze ans.

Les récentes recherches que nous avons faites sur la flore de Varennes les confirment absolument, en les renforçant de preuves nouvelles. L'abbé Boulay rapportait la flore de Varennes au Pliocène inférieur. En l'attribuant au Mio-Pliocène, nous sommes donc aussi près que possible d'être d'accord avec lui, puisque la différence ne porte que sur un demi-étage.

« L'édification des volcans principaux du Massif des Monts Dore, d'une façon générale, nous dit M. Glangeaud dans la belle préface qu'il a rédigée pour ce mémoire, semble bien être de la même époque que celle du volcan du Saut de la Pucelle, de sorte que la détermination de l'âge de ce dernier, par l'examen des fossiles qu'il renferme, offre une grande importance, puisqu'elle permet de déterminer par analogie et par comparaison avec les flores incluses dans le Massif en question, l'âge de ses éruptions. »

Répondre d'une façon précise à cette question, situer au Mio-Pliocène la grande poussée éruptive du Mont Dore et, par là, synchroniser ce volcan avec celui du Cantal pris en bloc, est un résultat d'ordre assez général pour justifier la tentative que représente ce travail.

Mais nous pouvons préciser davantage encore cette chronologie. Il existe en effet, à la Bourboule, en plein massif du Mont Dore, dans les cinérites acides et tout à fait inférieures de ce complexe volcanique, une florule, malheureusement peu exploitée jusqu'ici, malgré sa belle conservation. Lauby en a donné un catalogue. Les déterminations de Lauby, presque toujours sommaires, non accompagnées de figures et pauvres en comparaisons avec la flore actuelle qui est la base de toute paléontologie sérieuse, sont assez sujettes à caution.

A prendre le catalogue de Lauby pour ce qu'il vaut, voici les éléments qui le composent (1) : * *Pteris urophylla* Ung., * *Cedrus miocenica* Laub., *Carpinus suborientalis* Sap., *Quercus Lucumonum* Gaud., *Juglans acuminata* A. Br., *Pterocarya denticulata* Heer., * *Salix angusta* A. Br., *Zelkova Ungeri* Eh., * *Cinnamomum spectabile* Heer., *Acer Nicolai* N. Boul., * *A. trilobatum* A. Br., * *Gleditschia allemanica* Heer., *Liquidambar europæum* A. Br. Nos recherches personnelles nous permettent d'ajouter à cette liste *Fagus pliocenica* Sap., * *Alnus insignis* N. Boul. et *Ulmus (campestris ?)*

Cette florule est considérée avec raison par Lauby comme appartenant au Pontien. Sur les 15 espèces qu'elle renferme, 7, c'est-à-dire presque la moitié, sont exclusivement miocènes ; la plupart des autres ont leur plus grande expansion dans cette période. Le *Cinnamomum spectabile* est, à cet égard, une espèce décisive. On peut en dire presque autant de *Pteris urophylla*, *Salix angusta* et *Gleditschia allemanica*. Nous estimons que la florule de la Bourboule doit être placée sur l'horizon exact de Joursac.

D'autre part, au niveau supérieur du volcan du Mont Dore, Michel-Lévy et Munier-Chalmas ont signalé, dans les argiles et cinérites qui alternent avec le conglomérat andésitique de Perrier, gisement bien connu par sa faune de la base de l'Astien, *Bambusa lugdunensis* Sap. et Mar., *Fagus pliocenica* Sap. et *Acer polymorphum* Sieb. et Zucc. Mais ce qui touche aux rares végétaux du gisement des environs d'Issoire paraissant enveloppé d'une certaine confusion, nous ne le mentionnons ici que pour mémoire et comme indication d'un troisième horizon à plantes fossiles dans le complexe volcanique du Mont Dore.

---

(1) Les espèces de ce catalogue marquées d'un astérisque sont les espèces nettement miocènes.

Ainsi donc, pour nous résumer, et en faisant abstraction du gisement de Perrier, le volcan du Mont Dore présente deux niveaux bien nets de plantes fossiles, un niveau inférieur, celui des cinérites acides de la Bourboule, équivalent des trachytes du Cantal, qui est pontien ; et un niveau moyen, celui des argiles cinéritiques de Varennes, équivalent de la partie mio-pliocène des brèches andésitiques du Cantal.

Le tableau suivant a pour objet d'exprimer ces synchronismes :

TABLEAU CHRONOLOGIQUE DES FLORES FOSSILES
DU MONT-DORE ET DU CANTAL

PÉRIODES	MONT-DORE	CANTAL
Pliocène inférieur.		**Cheylade, Capels, Lasclausades, S^t-Vincent, la Mougudo, Lagarde, le Pont de Gail, Niac.**
Mio-pliocène.	Varennes.	
Miocène supérieur.	La Bourboule.	**Chambeuil, Joursac, Lugarde, Le Trou de l'Enfer.**

II

Quelles sont les régions du monde dans lesquelles se retrouvent actuellement les espèces végétales dont nous avons constaté la présence à Varennes, ou les descendants immédiats de ces espèces, que nous indiquons entre parenthèses après le nom de la forme paléontologique dont ils dérivent ?

Négligeant le *Polypodium vulgare* qui est pour ainsi dire ubiquiste, nous trouvons que 17 des types végétaux de Varennes existent encore dans l'Europe centrale ou méridionale. Ce sont :

Potamogeton quinquenervis (*P. acutifoluis* Link.), *Populus Tremula*, *Alnus insignis* (*A. viridis* D. C.), *Betula alba*, *Carpinus Betulus* (*C. orientalis*), *Fagus silvatica*, *Quercus hispanica* (*Q. lusitanica* Web.), *Ulmus Braunii* (*U. campestris* L.), *Celtis Japeti* (*C. australis* L.), *Laurus nobilis*, *Juglans acuminata* (*J. regia* L.), *Ilex balearica*, *Cornus sanguinea*, *Cercis siliquastrum*, *Acer pseudoplatanus* et *A. campestre*.

Pour l'Asie y compris l'Asie-Mineure, nous en trouvons 10 : *Ginkgo biloba*, *Torreya nucifera*, *Platanus aceroides* (*P. occidentalis* L.), *Zelkowa crenata*, *Pæonia Moutan*, *Juglans Sieboldiana*, *Acer lætum*, *A. decipiens* (feuilles trilobées de plusieurs formes asiatiques) *Raphiolepis indica* et *Paulownia europæa* (*P. imperialis* Sieb. et Zucc.).

Enfin, pour l'Amérique du Nord (et peut-être centrale, en ce qui touche le genre *Cassia*), nous en trouvons 7 : *Sassafras Ferrettianum* (*S. officinale* Nees), *Carya minor* (*C. amara*, *C. porcina*, *C. olivæformis* Nutt.), *Ilex decidua*, *Cassia phaseolites* (plusieurs Casses subtropicales), *Rosa Glangeaudi* (*R. Sayi* Sw.), *Bumelia Rieufi* (*B. tenax* Willd.) et *Fraxinus oregona*.

Ce qui revient à dire que, dans la flore mio-pliocène de Varennes, la proportion des éléments actuellement européens est d'environ 3/6, celle des éléments asiatiques d'environ 2/6, celle des éléments américains d'environ 1/6.

Dans la flore pontienne de Joursac, la proportion d'espèces américaines n'est que de 1/7. Elle s'élève à 1/3 dans la flore plaisancienne de Lasclausades. A ce point de vue, les affinités de la flore de Varennes sont donc plutôt miocènes que pliocènes.

Mais, d'autre part, tandis que dans la flore pontienne de Joursac, l'élément encore indigène ne figure que pour 1/7, il entre pour 1/4 environ dans la flore plaisancienne du Cantal. Cette dernière proportion étant presque exactement celle reconnue à Varennes, comme on le verra tout à l'heure, le gisement se rapproche, par ce caractère, du pourcentage pliocène. Ces deux tendances contradictoires, l'une inclinant la flore de Varennes vers le Miocène, l'autre la rapprochant du Pliocène, confirment subsidiairement son attribution au Mio-Pliocène.

L'absence de tout élément actuellement africain, et particulièrement canarien, dans cette flore, alors que cet élément figure, subordonné, il est vrai, dans la plupart des flores du Cantal, est un fait assez inexplicable et qu'il convenait de noter ici.

Un autre fait remarquable et qui vient d'être signalé, est la grande proportion d'espèces (*Polypodium vulgare*, *Potamogeton* cf. *acutifolius*, *Populus Tremula*, *Betula alba*, *Carpinus Betulus*, *Fagus silvatica*, *Ulmus* cf. *campestris*, *Cornus sanguinea*, *Acer pseudoplatanus*, *A. campestre*) encore indigènes en Auvergne et qu'il est assez surprenant de retrouver dans une flore aussi ancienne que celle de Varennes, alors que ce nombre est moins élevé dans des flores plus récentes, comme, par exemple, celle du Meximieux.

Il peut être expliqué par la différence d'altitude entre les deux gisements, Meximieux étant une station de plaines, Varennes une station montagnarde. L'on sait, en effet, grâce à l'ensemble de recherches effectuées dans le Massif Central, que les espèces qui peuplent actuellement les basses altitudes ont envahi cette région au Mio-Pliocène en occupant d'abord les hautes cimes. Ce n'est que plus tard, au Pleistocène, sous la poussée de froid de la période glaciaire, qu'elles se sont réfugiées dans les vallées.

III

Sans insister sur les éléments des données de géographie paléobotanique relatives aux flores fossiles du Massif Central que M. Laurent et l'un de nous ont, à plusieurs reprises, exposées dans les ouvrages dont on trouvera la bibliographie à la fin de ce mémoire, nous nous bornerons à indiquer brièvement ici dans quelle mesure ces données concordent avec les faits observés à Varennes.

La flore de Varennes est une flore à affinités froides. N'étaient le *Raphiolepis* et le *Bumelia* que nous y avons recueillis, la foliole attribuée par Boulay à une Casse et dont la détermination reste assez douteuse, elle manquerait complètement d'élément subtropical. Elle manque même, nous l'avons noté, de l'élément canarien assez répandu dans les flores cinéritiques du Cantal.

Sur les 37 espèces exhumées à Varennes, 34 appartiennent à la zone tempérée. C'est la moins thermophile des flores du Massif Central. Or, l'un de nous a montré que la température semble avoir été plus basse en Auvergne au Pontien qu'au Plaisancien. Au point de vue de ses affinités thermiques, la flore de Varennes inclinerait donc vers l'horizon de Joursac.

D'autre part, cette flore renferme plus d'espèces continentales que d'espèces insulaires. Ici encore, ses analogies sont davantage avec la flore pontienne qu'avec la flore plaisancienne du Cantal. Ces constatations concordent d'ailleurs avec les grands phénomènes géographiques qui se sont produits alors : le Pontien est une période de surrection, une période continentale où la Méditerranée ne dépasse pas, à l'Ouest, la Corse et la Sardaigne ; le Plaisancien est une période d'affaissement et de transgression marine, où la Méditerranée remonte la vallée du Rhône jusque sur l'emplacement actuel de Givors.

La presque totalité des espèces qui composent la flore de Varennes, ou de leurs homologues vivants, habite de nos jours une zone plus ou moins montagneuse comprenant l'Europe méridionale, l'Asie Mineure, le Japon et le centre des Etats-Unis. Cette zone suit à peu près le 40^{me} degré de latitude Nord et dénote une température annuelle moyenne d'environ 12 à 14 degrés centigrades.

IV

Nous pouvons, à l'aide des éléments exhumés à Varennes, esquisser un tableau assez précis du cadre dans lequel s'est déposé le sédiment fossilifère de ce gisement.

Au fond du paysage se dressait le cône éruptif du Saut de la Pucelle. M. Glangeaud lui assigne une altitude de 500 mètres. Ce chiffre est probablement un minimum. La forêt de conifères sociaux, Pins, Sapins, Genevriers, Cèdres, qui en revêtait les flancs indique un haut sommet. L'Aulne vert, qui s'associe à ces essences n'existe, actuellement, en France, que dans les Alpes.

Au pied du piton volcanique s'étendaient des coulées de laves variées, issues de son cratère. Elles alternaient avec des produits de projection, incohérents, friables et par là, aptes à se recouvrir rapidement d'une luxuriante végétation. Celle-ci était formée d'un mélange de Hêtres, de Trembles, de Charmes, de Torreyas, de Ginkgos, d'Ormes, de Planères, de Platanes, de Noyers et d'Erables.

Le lac baignait le socle du volcan, qui y projetait des bouffées de cendres incandescentes parmi lesquelles tombaient les feuilles d'arbres arrachées par l'orage volcanique. Sur ses rives marécageuses croissaient de hauts Hickorys, alliés à des Paulownias, des Lauriers, des Sassafras, des Micocouliers. Dans les clairières de cette futaie s'enchevêtraient des touffes de Cornouilliers, de Rosiers, de Raphiolepis et de Bumelias.

Les Houx divers, les Pivoines arborescentes, des Fougères, des Mousses formaient le sous-bois, tandis que d'ondoyantes palissades de Bambous plongeaient leurs rhizomes jusque dans les eaux du lac.

Sur les berges de celui-ci se mêlaient des Massettes, des Potamots, des Myriophylles. Et, dans sa vasque, miroir où se reflétaient les frondaisons de la forêt et le panache du lointain volcan, d'innombrables Diatomées témoignaient de la limpidité d'une eau où nageaient des Poissons, où tombaient les Coléoptères emportés par le vent, dans une plénitude et une exubérance de vie dont les rives actuelles du lac Chambon ne sont qu'un pâle et lointain souvenir.

RÉSUMÉ

1° La flore fossile de Varennes a été enfouie dans les sédiments d'un lac où tombaient les cendres rejetées par le volcan du Saut de la Pucelle.

2° Ce lac était donc contemporain des éruptions d'un volcan qui fait partie intégrante du groupe volcanique des Monts Dore.

3° La flore exhumée des sédiments lacustres de Varennes comprend 47 genres de plantes arborescentes, frutescentes ou herbacées, réparties en 23 familles, et dont 37 ont pu être déterminées spécifiquement.

4° Elle date du Mio-Pliocène, mais est chronologiquement plus près du Pontien que du Plaisancien.

5° Elle est plus récente que celle de la Bourboule et plus ancienne que celle de Perrier.

6° Les éléments qui la composent, ou leurs homologues actuels, se retrouvent aujourd'hui, pour 1/4 en Auvergne, pour moitié dans l'Europe méridionale, pour le reste, en Asie et aux Etats-Unis.

7° C'est une flore continentale, montagnarde, tempérée, contenant moins d'1/10 d'espèces subtropicales.

8° Elle dénote pour le climat qui régnait dans la région de Varennes au moment de sa fossilisation, une moyenne thermique d'environ 12 à 14°.

9° Depuis le Mio-Pliocène, les éléments qui la composent ont en partie émigré de 5° géographiques vers le Sud.

Telles sont les notions que nous ont permis d'acquérir une revision des espèces de Varennes décrites par l'abbé Boulay et l'étude de celles que nous avons recueillies dans ce gisement.

Nous aurons atteint, en les publiant, le but que nous nous sommes proposé, si nous avons ainsi ajouté quelques précisions à la connaissance de la flore tertiaire de l'Auvergne et à la chronologie des volcans du Mont Dore.

BIBLIOGRAPHIE

Plutôt que d'alourdir le texte de notes infrapaginales, nous avons préféré réunir à la fin de ce mémoire la liste des documents mis en œuvre pour sa rédaction. Nous ne prétendons d'ailleurs pas donner ici un catalogue complet des ouvrages relatifs à la paléontologie végétale du Massif Central de la France, mais simplement offrir au lecteur la possibilité de consulter les sources auxquelles nous avons puisé notre documentation.

1856 — **Lecoq.** (H.) — Discours sur l'état primitif de l'Auvergne et sur les changements qui se sont produits dans la végétation de cette contrée. *(Bull. Soc. Bot. de F.*, sess. extraordinaire de Clermont-Ferrand, T. III, p. 484-490).

1863 — **Poulett-Scrope**. — Géologie et volcans éteints de la France centrale, *(Mém. de l'Acad. des sc. bell.-lett. et arts de Clermont-Ferrand,* nouv. sér., T. V.).

1873 — **Saporta** (G. de). — Forêts ensevelies sous les cendres éruptives de l'ancien volcan du Cantal. *(Ann. Sc. nat.*, 5^{me} série, *Bot.* T. XVII, p. 402-406).

1873 — **Rames** (J.-B.). — Géogénie du Cantal, 1 vol. in-8, Paris et Aurillac.

1876 — **Saporta** (G. de) et **Marion**. — Recherches sur les végétaux fossiles de Meximieux. *(Arch. mus. d'hist. nat. de Lyon.* T. I, p. 131-335).

1879 — **Rames**. — Rapport sur l'excursion paléontologique faite par la Société au gisement de feuilles des cinérites du Pas de la Mougudo. *(Bull. soc. bot. de F.*, T. XXVI, p. LXVI).

1880 — **Saporta**. — Prodrome d'une étude comparative des chênes vivants et fossiles du midi de la France. *(Bull. soc. bot. et hort. de Provence.* T. II, p. 67-87).

— — Tableau de la classification des étapes tertiaires et quaternaires avec la mention des principaux horizons ou dépôts de plantes fossiles. *(Mat. pour l'hist. prim. et nat. de l'homme*, T. XV, p. 278-281).

1882 — Sur quelques types de végétaux récemment observés à l'état fossile. *(C. R. A. S.* T. XCIV, p. 922-924 et 1020-1022).

1884 — **Rames**. — Course à Vic-sur-Cire et au Pas de la Mougudo. *(Bull. Soc. géol. de F.* 3me série. T. XII, p. 809).

1885 — **Rérolle** (Louis). — Etude sur les végétaux fossiles de Cerdagne. *(Rev. des Sc. nat.* T. IV. Montpellier, Bœhm).

1885 — **Saporta** et **Marion**. — L'évolution du Règne végétal. Paris.

1887 — **Boulay** (l'abbé). — Notice sur la Flore tertiaire des environs de Privas. *(Bull. Soc. bot. de F.* T. XXXIV, p. 227 et p. 255).

1887 — **Saporta**. — Sur quelques types de fougères nouvellement observées. *(C. R. A. C.* T. CIV, p. 1480-1483).

1888 — — Origine paléontologique des arbres cultivés ou utilisés par l'homme. Paris.

1889 — **Munier-Chalmas** et **Michel Lévy**. — Etude sur les environs d'Issoire (P.-de-D.). *(Bull. Soc. géol. de F.* 3me série, T. XVII, p. 263-270).

1990 — **Boulay**. — Flore pliocène des environs de Théziers (Gard). *(Mém. de l'Acad. de Toulouse,* T. VIII, 3e trim.).

1890 — **Michel-Lévy**. — La chaîne des Puys (P.-de-D.). *(Bull. Soc. géol. de F.* 3me série, T. XVIII, p. 696).

— — Le Mont-Dore (P.-de-D.) et ses alentours. *(Bull. Soc. géol. de F.* 3me série, p. 743).

— — Compte-rendu de la course du 20 septembre à la Bourboule et au Mont-Dore. *(Ibid.,* p. 950).

1890 — **Boulay**. — La flore pliocène de la vallée du Rhône. *(Rev. de Lille,* livr. du 1er déc.).

1892 — **Boulay**. — Flore pliocène du Mont-Dore (P.-de-D.). Paris, Savy in-4, 116 p. 12 pl.

1892 — **Trabut**. — Des variations des feuilles chez le *Quercus Mirbeckii* *(Rev. génér. de Bot.).*

1893 — **Héribaud** (frère). — Les diatomées d'Auvergne. *(Revue d'Auvergne).*

1894 — **Munier-Chalmas**. — Age des couches à *Mastodon arvernensis* de Perrier. *(Bull. Soc. géol. de F.* T. XXII, 3me série).

1897 — **Boule** (Marcellin). — Le Cantal miocène. *(Bull. serv. carte géol.* T. VIII, n° 54).

1899 — **Fliche**. — Note sur un bois de vigne des cinérites du Cantal. *(Bull. Soc. géol. de F.,* 3me série, T. XXVII, p. 318).

1900 — **Boule**. — Géologie des environs d'Aurillac. *(Bull. serv. carte géol.* T. XI, n° 76).

— — Les volcans de la France centrale. Lille, Le Bigot.

1900 — **Michel-Lévy**. — Massif du Mont-Dore. Lille, Le Bigot.

1901 — **Schmitz**. — Essai de reconstitution de flore mio-pliocène par M. P. Marty. *(Ann. de la Soc. scientif. de Bruxelles.* T. XXVI, 1er fascicule).

1902 — **Glangeaud**. — The chain of Puys, the Massif of Mont-Dore. *(Geologist's assoc. of London, Bull.).*

1902 — **Cullis** and **Louis**. — Report ou the long excursion to the Auvergne. With notes and original contributions by G. Giraud, Ph. Glangeaud, Pierre Marty and Marcellin Boule. *(Proc. géol. Assoc.* XVII, p. 269-332).

1902 — **Langeron** (Dr). — Note sur une empreinte remarquable provenant des cinérites du Cantal : *Paliurites Martyi,* Lang. *(Bull. Soc. hist. nat. d'Autun).*

1902 — **Marty** (Pierre). — Un *Nymphæa* fossile (*F. j. nat.*, nº 375).
— — The plant-bed of the Pass of la Mougudo. (*Proc. of the London geol. assoc.* vol. XVII).
— — Sur deux Asclépiadinées fossiles, (*F. j. nat.*, nº 380).
1902 — **Héribaud**. — Les Diatomées fossiles d'Auvergne. (*Rev. d'Auvergne*).
1902 — **Lauby** (Antoine). — Note sur : Die Pliocänbüche der Auvergne de Franz Krasàn. (*Rev. d'Auvergne*).
1903 — **Héribaud**. — Les Diatomées fossiles d'Auvergne (IIe mémoire), *ibid.*
1903 — **Maury** (Pierre). — Un nouveau gisement. (*Le monde des Plantes*, 5me ann. nº 24).
1903 — **Marty**. — Flore miocène de Joursac. Paris, Baillière.
1903 — **Maury**. — Sur une station du Châtaignier vivant et fossile du Cantal (*F. j. Nat.* nº 397).
1903 — **Lauby**. — Botanique du Cantal suivie d'une liste des végétaux vivants et fossiles nouveaux pour cette région. (*Rev. de la Hte-Auvergne*).
1904 — **Marty**. — Un nouvel horizon paléontologique du Cantal. (*Rev. de la Hte Auvergne*).
1904 — **Laurent** (Louis). — Note à propos d'un nouveau genre japonais dans la flore tertiaire d'Europe. (*Ann. de la Fac. des Sc. de Marseille*, T. XIV. fas. III).
1904 — **Glangeaud**. — Esquisse géologique du Massif du Mont-Dore et de la Chaîne des Puys. (*Bull. de l'Acad. des Sc., Bell.-lett. et Arts de Clermont-Ferrand*).
1904 — **Marty**. — Les études de M. Laurent sur la flore fossile du Cantal. (*Rev. de la Hte-Auvergne*).
1904 — **Laurent**. — Sur la présence d'un nouveau genre américain (*Abronia*) dans la flore tertiaire d'Europe. (*C. R. A. S.*).
1905 — Flore pliocène des cinérites du Pas de la Mougudo et de St-Vincent-la-Sabie (Cantal) avec une introduction géologique et paléontologique par P. Marty. (*Ann. du Mus. d'hist. nat. de Marseille, Géologie*, 313 p. 20 Pl.).
1905 — **Marty**. — L'If miocène de Joursac. (*F. j. Nat.*, nº 419).
— — Végétaux fossiles des cinérites pliocènes de Las Clausades (Cantal) (*Rev. de la Hte-Auv.*).
1905 — **Lauby**. — Les gisements de plantes fossiles de la vallée de la Véronne. (*Rev. d'Auv.*, nº 3).
1906 — **Maury**. — Les alluvions miocènes et pliocènes de la haute vallée de la Véronne. (*Rev. de la Hte-Auv.*).
1906 — **Boule**. — L'âge des derniers volcans de la France. (*Bull. de la Soc. de Géographie*).
1907 — **Lauby** — Sur des niveaux diatomifères et ligniteux nouveaux de la région du Mont-Dore. (*Bull. serv. cart. géol. de la F.*, T. XVII).
1908 — **Marty**. — Sur la flore fossile de Lugarde. (*C. R. A. S.*, T. CXLVII).
1908 — **Héribaud**. — Les Diatomées fossiles d'Auvergne (IIIme mémoire), Paris, Klinksiek.
1908 — **Laurent** — Flore plaisancienne des argiles cinéritiques de Niac (Cantal) avec une introduction géologique par P. Marty. (*Ann. Mus. hist. nat. de Marseille*, 88 p., 9 Pl.).

1909 — **Glangeaud**. — Les volcans d'Auvergne *(Rev. scient.* n° 16).

1909 — **Laurent** et **Marty**. — Note sur le *Castenea arvernensis* Sap. *(A. F. A. S.)*.

1910 — **Lauby**. — Recherches paléophytologiques dans le Massif Central. *(Bull. serv. carte géol.* T. XX).

1910 — **Marty**. — Nouvelles observations sur la flore fossile du Cantal. *(C. R. A. S)*.

1912 — Trois espèces nouvelles pour la flore fossile du Massif Central. (*Rev. d'Auv.*).

1916 — **Glangeaud**. — Le volcan pliocène du Saut de la Pucelle. (*C. R. A. S.*, T. 162, p. 257).

1918 — **Dollfus** (G. F.) et **Marty** (P.). — Découverte d'un gisement fossilifère dans le Cantal (*C. R. A. S.*).

1919 — **Glangeaud**. — Le Massif Central de la France. Clermont-Ferrand, Joachim. (*Libr. Delaunay. Clermont-F.*)

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE 11

PLANTES FOSSILES DE VARENNES

1 : *Ginkgo biloba* Kæmps. — 2 : *Sparganium*, sp. ? — 3 : *Carya minor* Sap. et Mar. — 4 : *Celtis Japeti* Ung. — 5, 6, 7 : *Laurus nobilis*. L. — 8 : *Pæonia Moutan* Sims.

PLANTES VIVANTES FIGURÉES COMME TERMES DE COMPARAISON

a : *Quilaja Sellowiana* Walp. — b : *Pæonia Moutan* Sims (Echelle 1/1).

PLANCHE 12

PLANTES FOSSILES DE VARENNES

1 : *Ilex balearica* Desf. — 2 : *Ilex decidua* Walt. — 3 : *Myriophyllites* sp? — 4 : *Rosa Glangeaudi* Marty. — 5 : *Raphiolepis indica* Lindl. — 6,7 : *Bumelia Rieufi* Marty. — 8 : Même espèce du Miocène Supérieur de Joursac (Cantal). — 9, 10, 11 : *Fraxinus oregona* Nutt. — 12 : Samare attribuée à la même espèce. — e : Feuille attribuée par Boulay au *Myrica Gale*.

PLANTES VIVANTES FIGURÉES COMME TERMES DE COMPARAISON

a : *Raphiolepsis indica* Lindl. — (*a'* : même espèce, fragment de réseau grossi). — b : *Myrica Gale* L. — *b* : même espèce, fragment de réseau grossi). — *c* : *Bumelia tenax* Willd. — (*c'* même espèce, fragment de réseau grossi). — d : *Fravinus oregona* Nutt. (Echelle 1/1).

PLANCHE 13

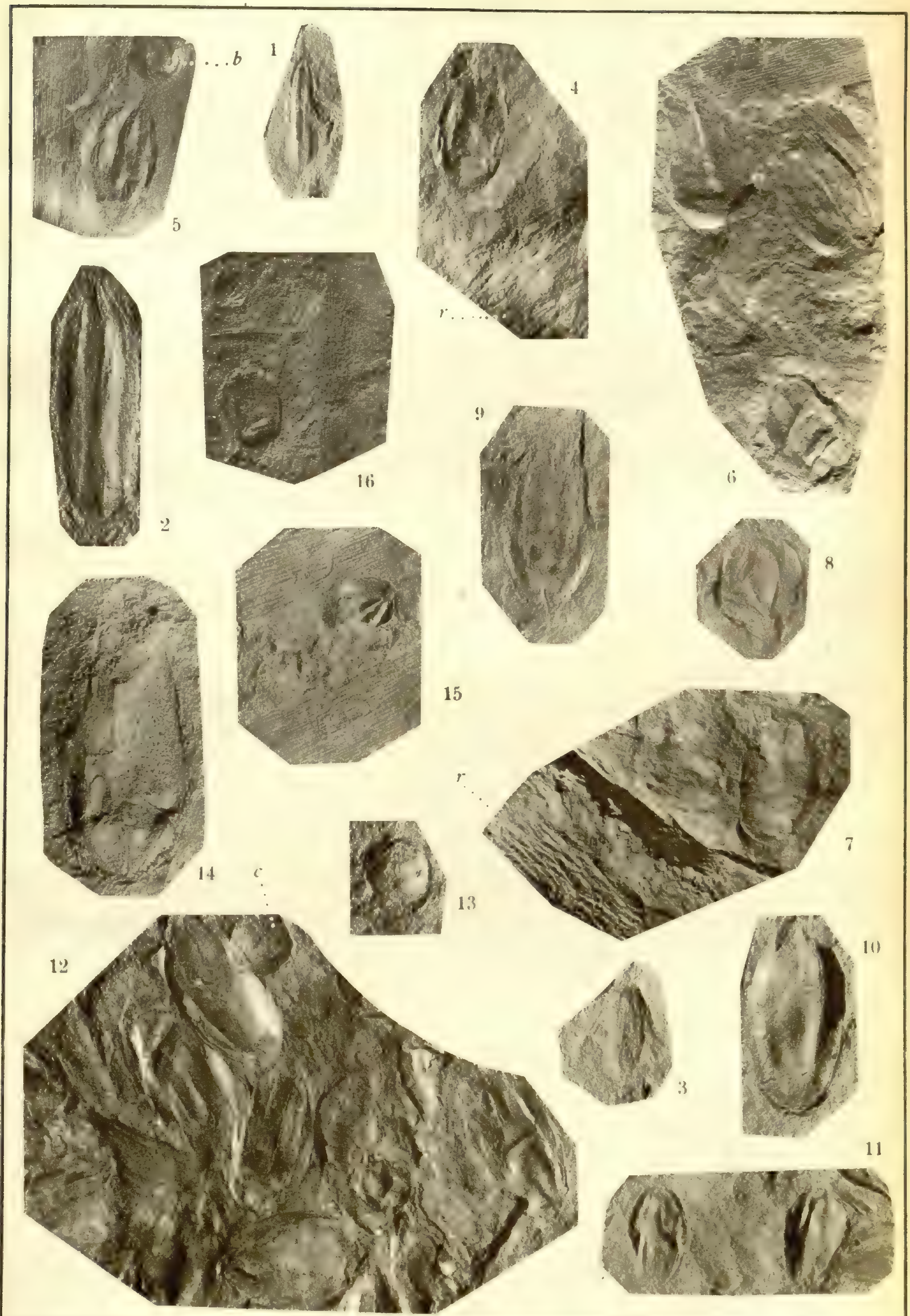
PLANTES FOSSILES DE VARENNES

1 : *Cercis siliquastrum* L. — 2 : La même feuille ramenée sur un seul plan.

PLANTES VIVANTES FIGURÉES COMME TERMES DE COMPARAISON

a : *Cercis siliquastrum* L. — b : *Cercis canadensis* L. (Echelle 1/1.)

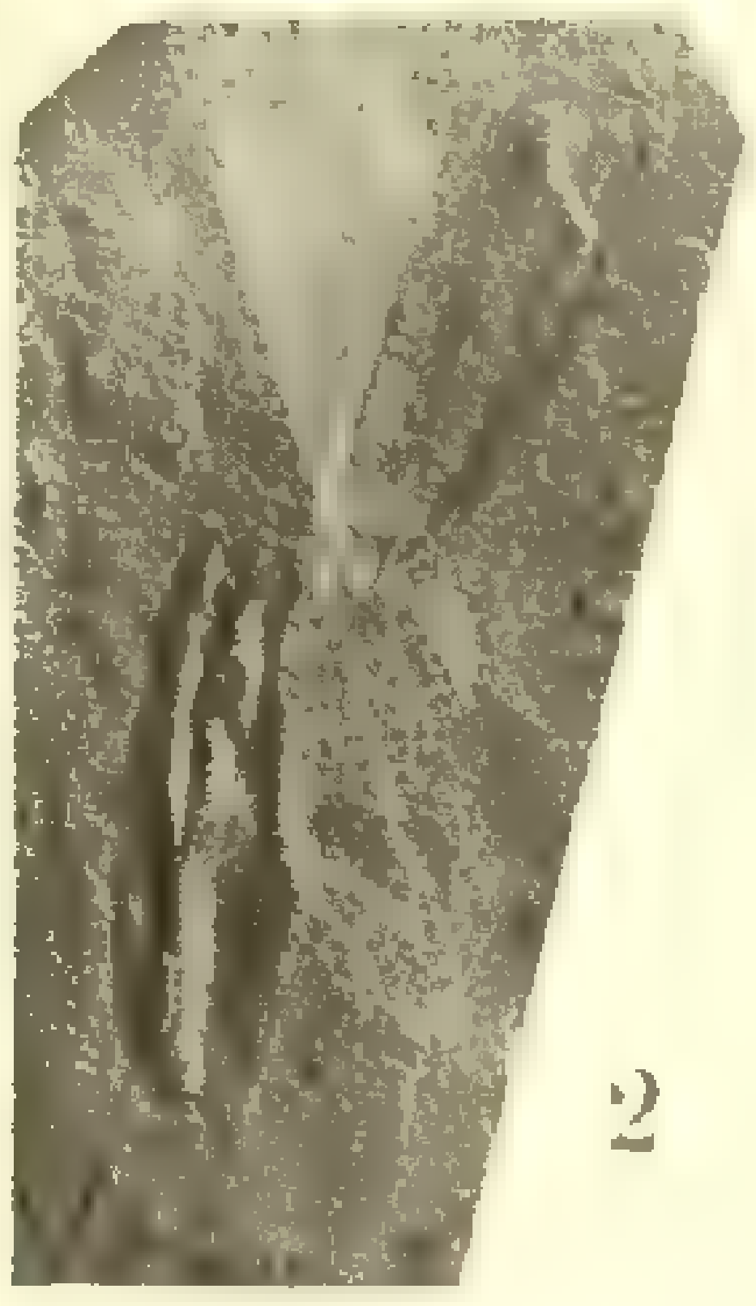
Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy



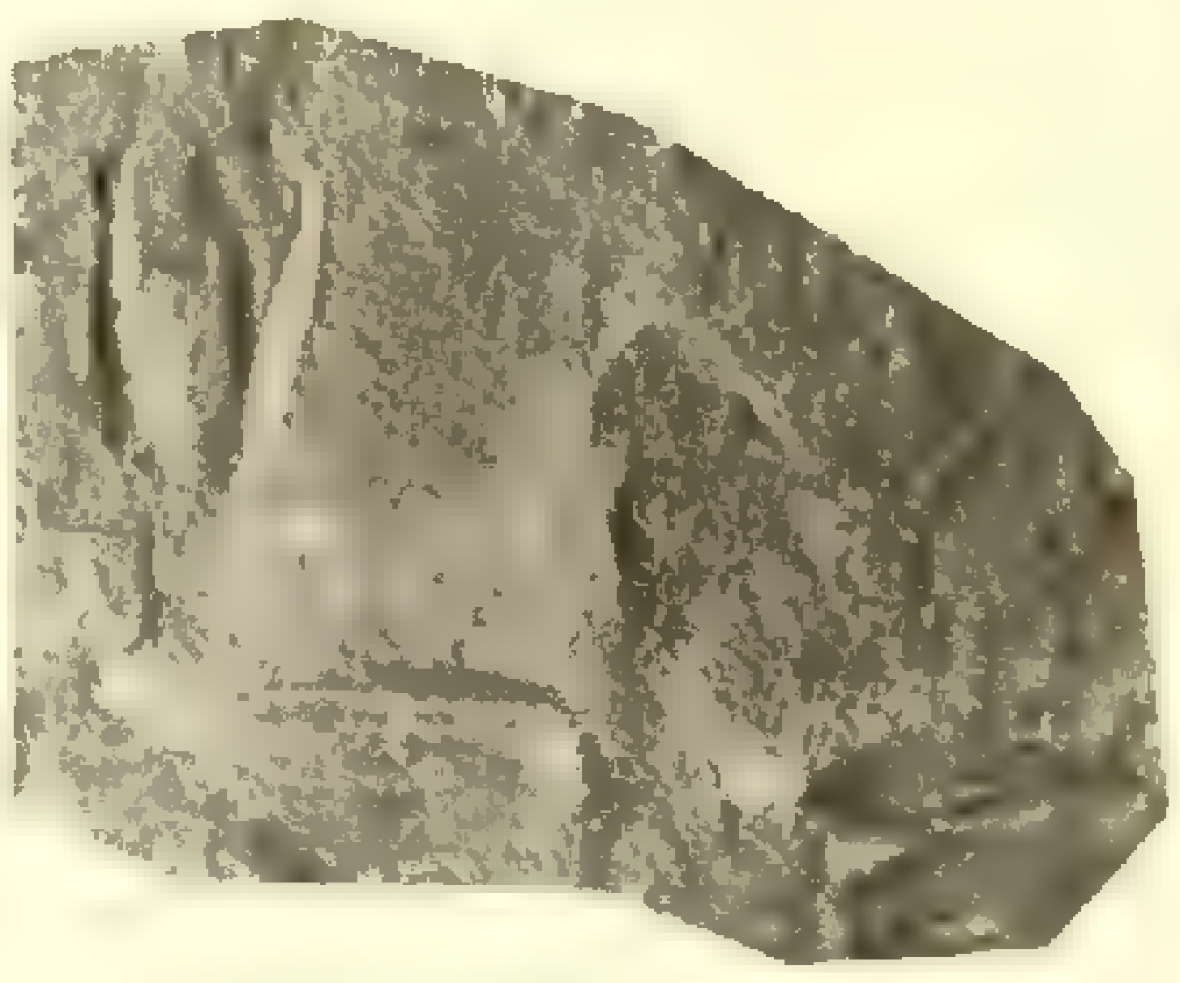
b
1
4
5
2
16
r
9
6
8
15
14
r
7
13
c
12
10
3
11

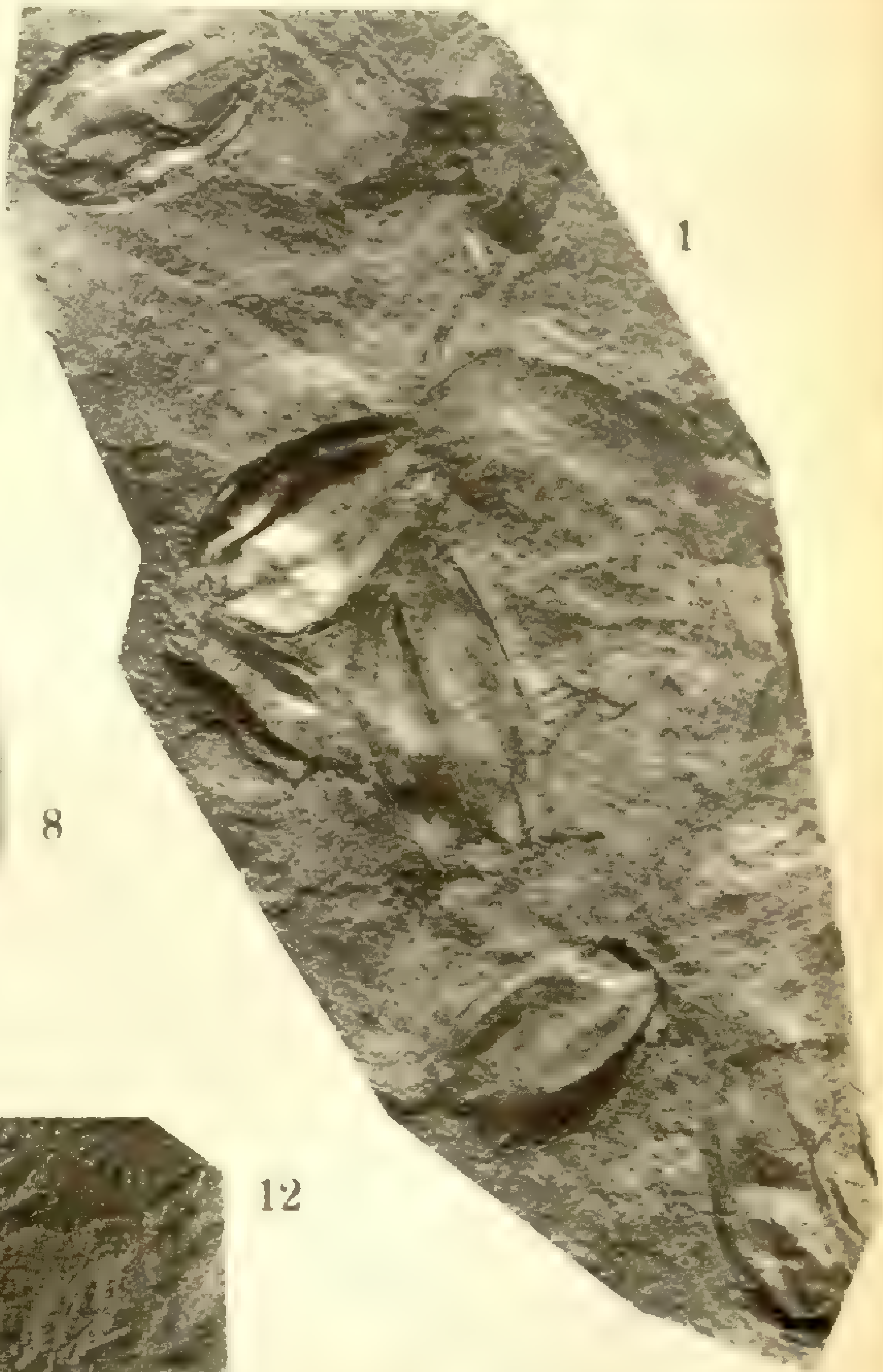
G. Baeckeroot et G. Depape, phot. Le Deley, imp.

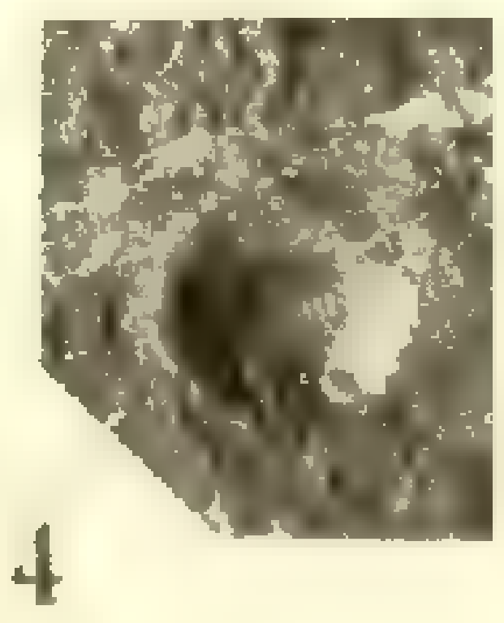
Empreintes du culm de Mouzeil - I

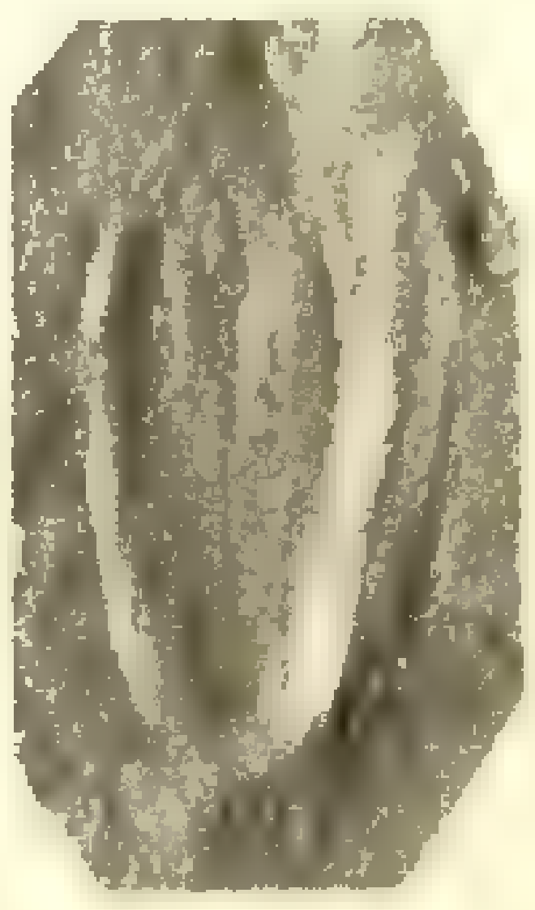

2

3

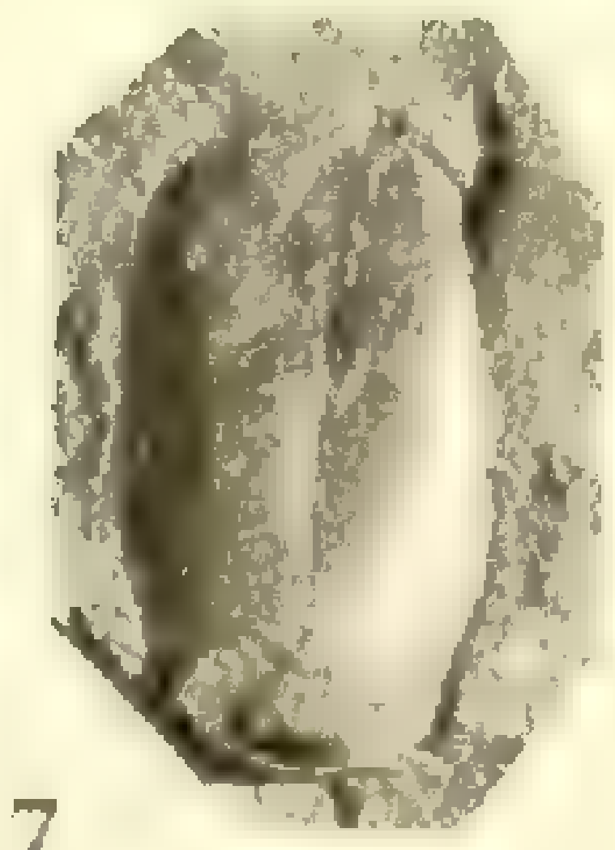

6

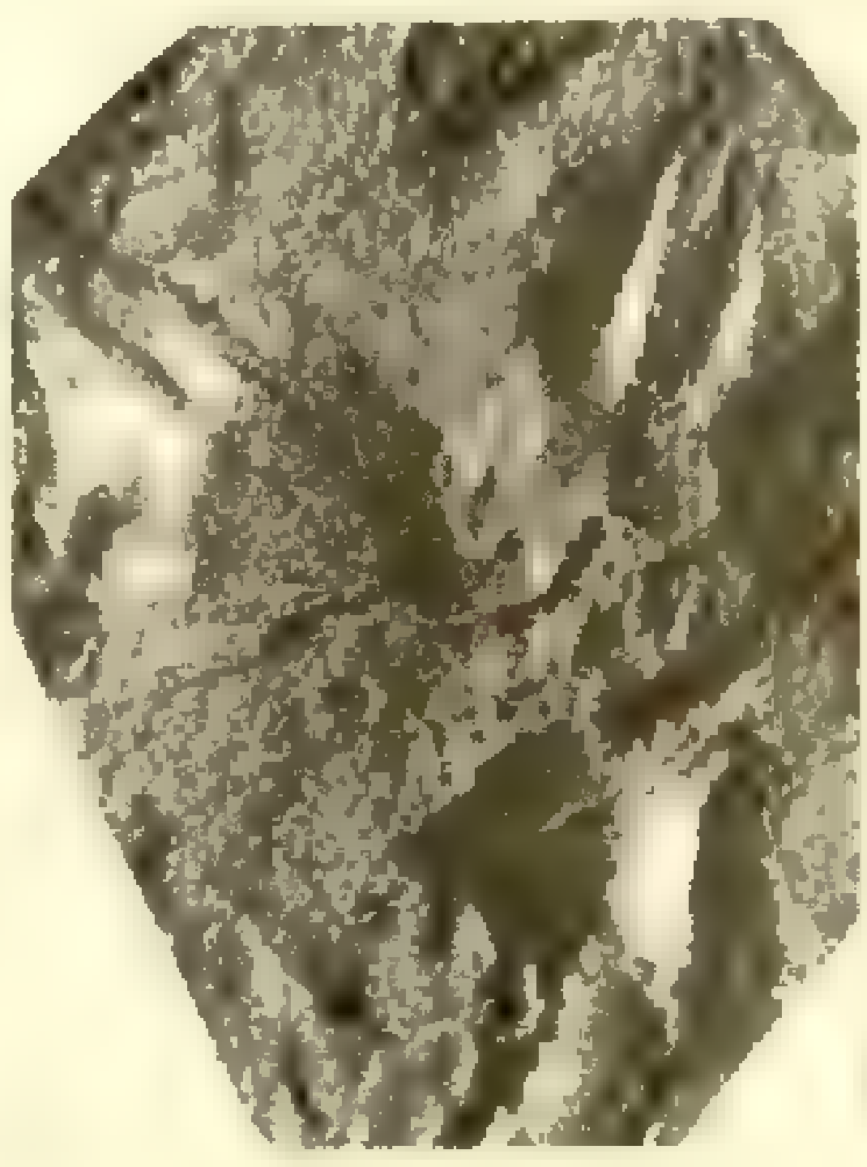

1

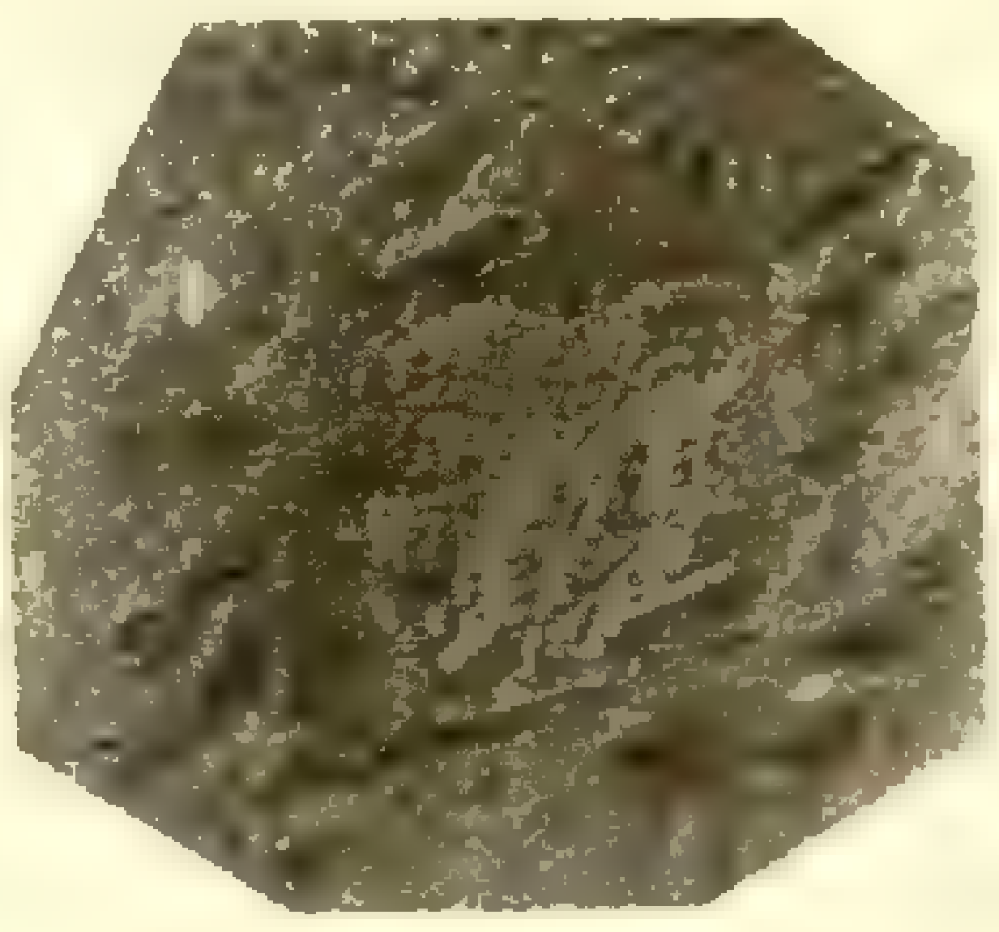

4

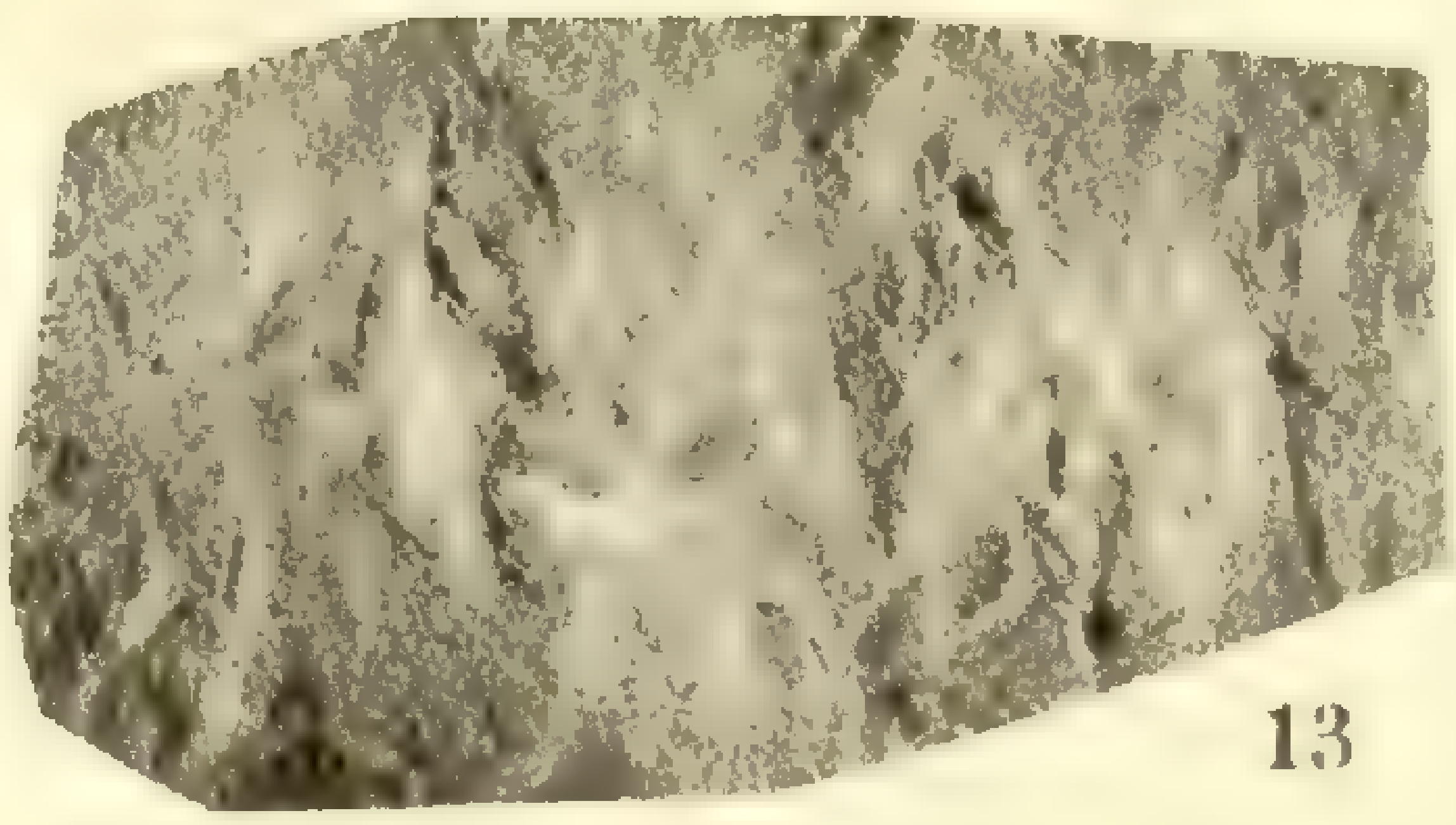

5

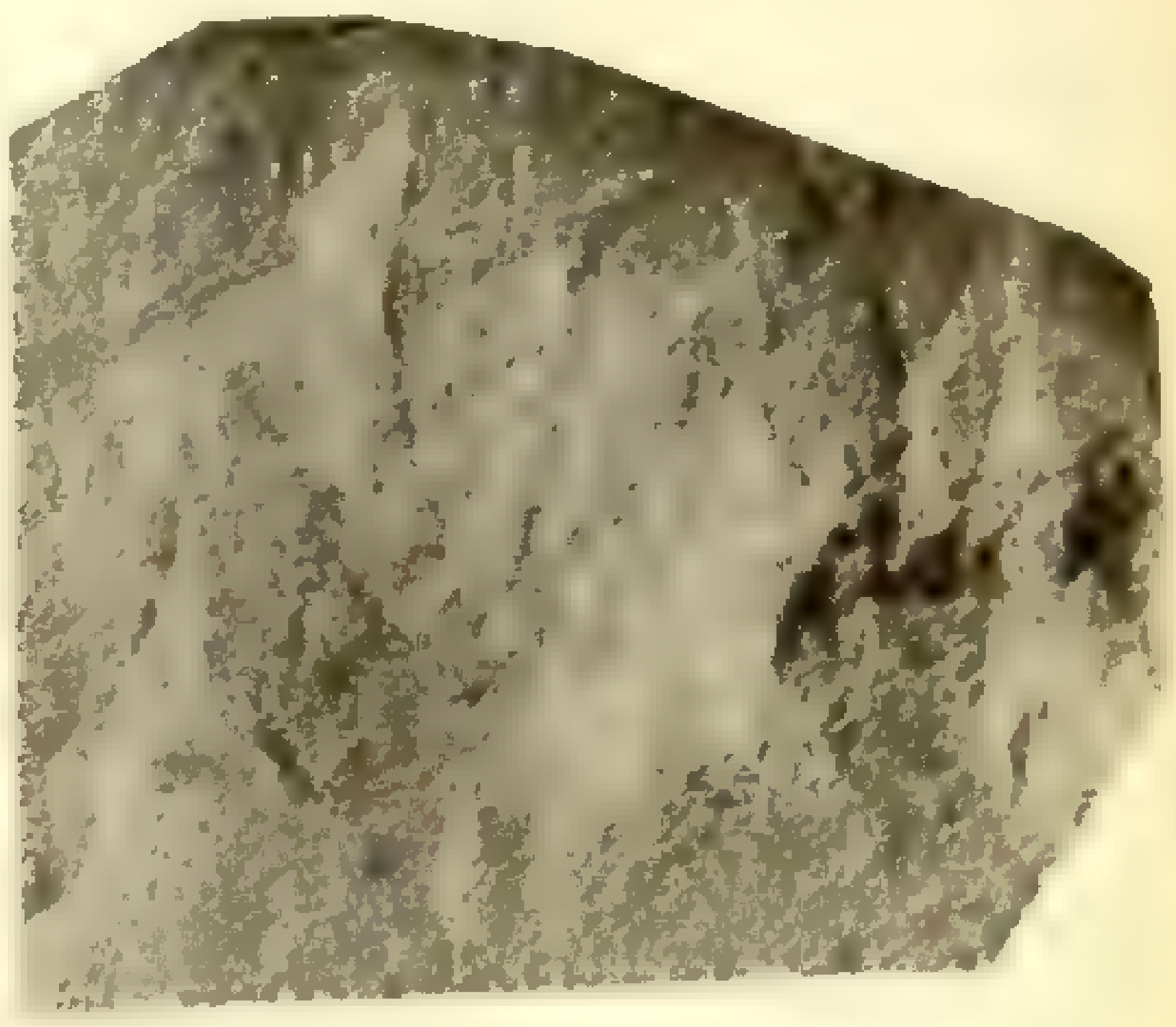
8

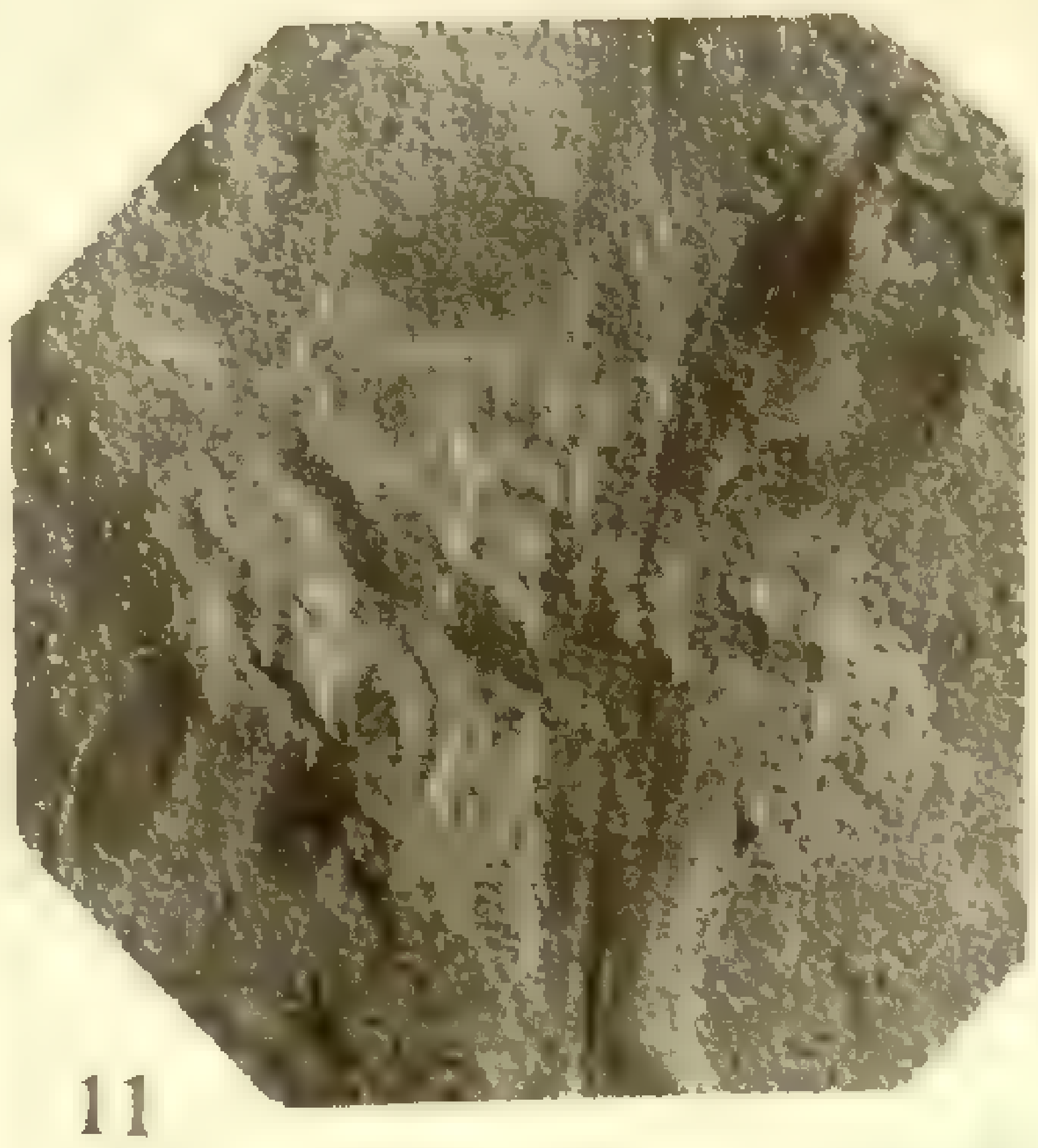

7

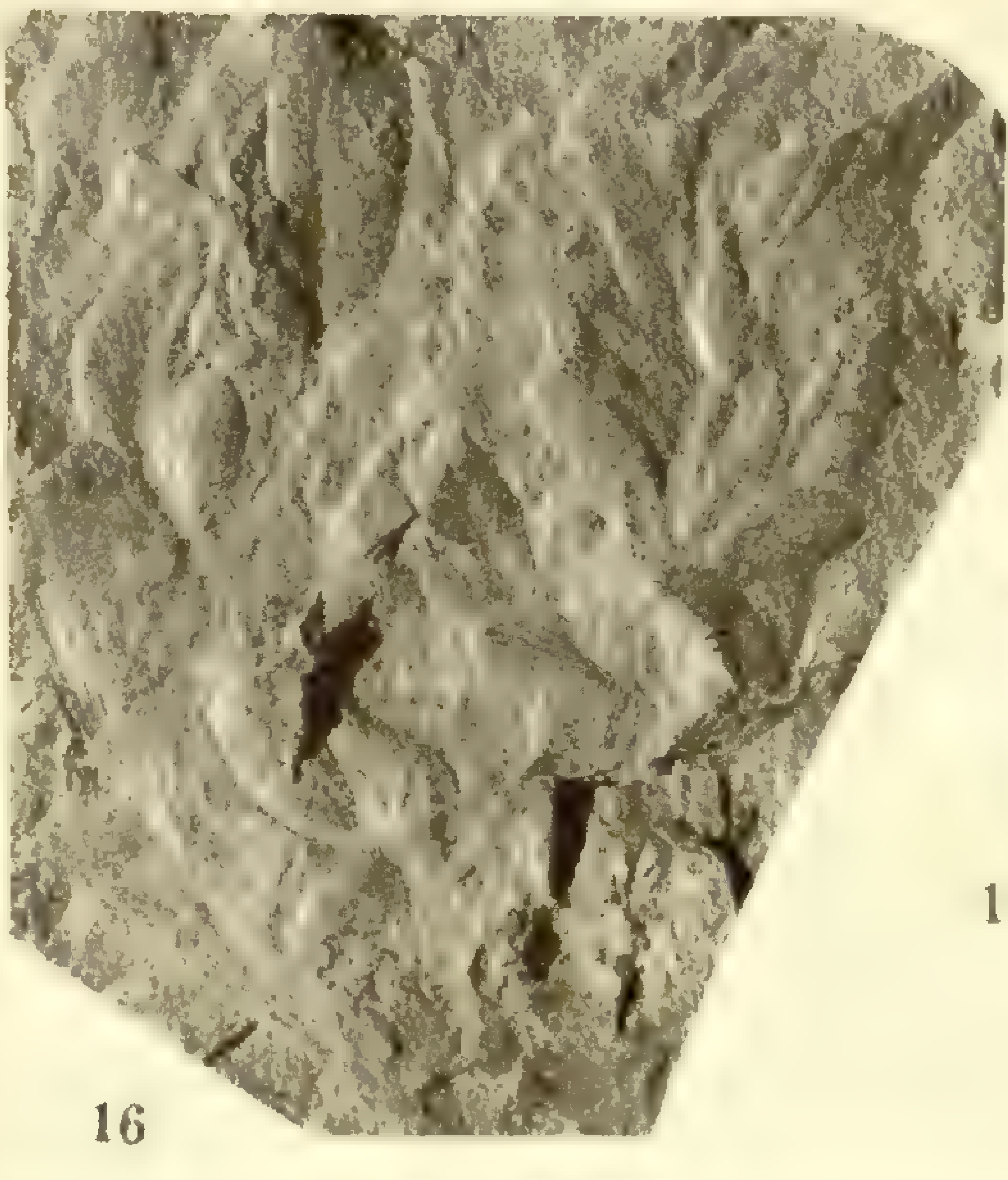

15

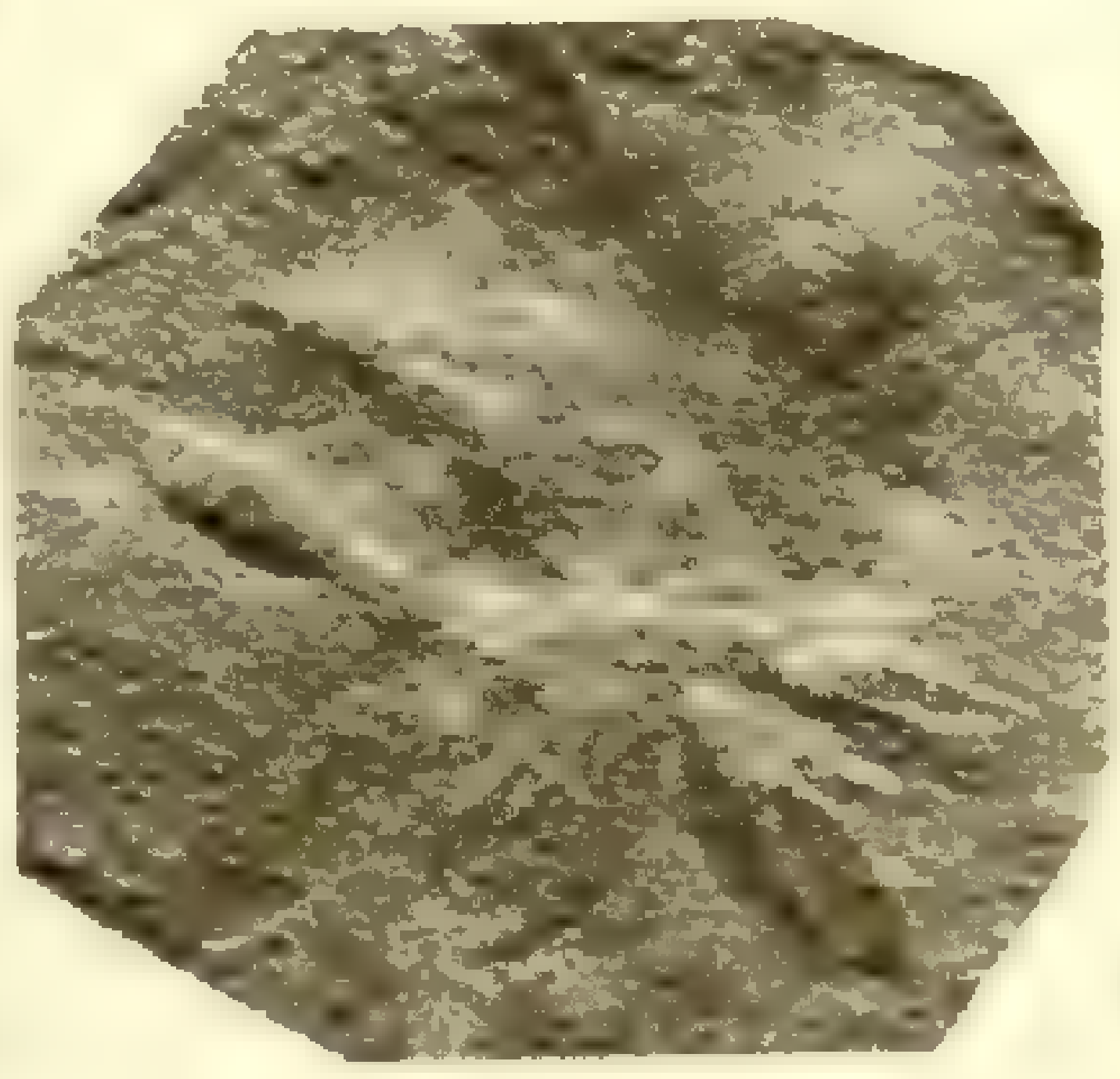

12

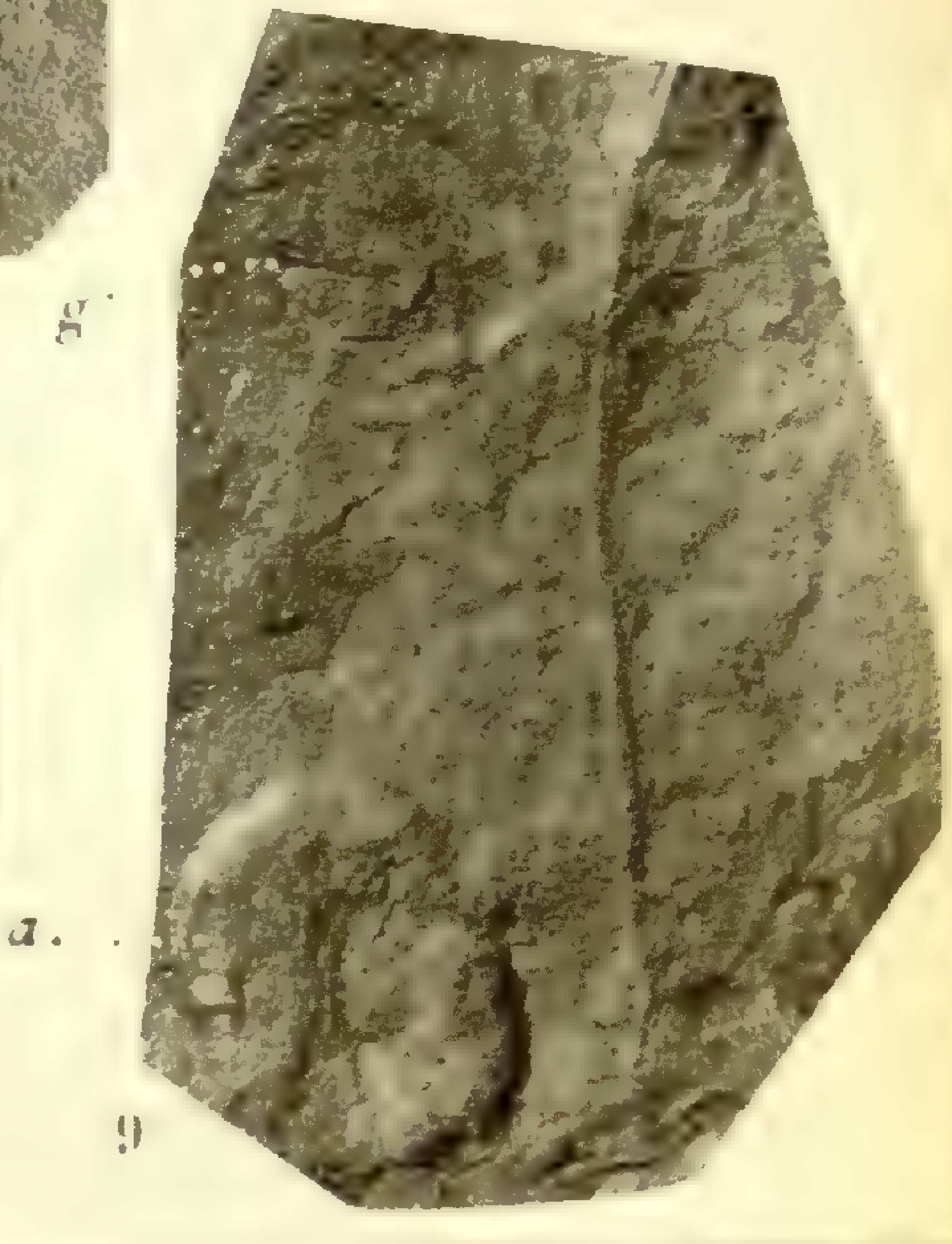

13


14


11


16


10



9

G. Baeckeroot et G. Depape, phot. Le Deley, imp.

Empreintes du culm de Mouzeil - II

RECHERCHES ANATOMIQUES
SUR LE PÉDONCULE ET LA FLEUR
DES
LILIACÉES

par Madame V. C. GATIN

INTRODUCTION

Depuis le grand Mémoire de van Tieghem (1) sur l'anatomie comparée de la fleur, paru en 1871, les anatomistes se sont rarement occupés d'étudier la structure interne du pédoncule et des organes floraux, sauf en ce qui concerne les carpelles à l'état de maturité.

D'ailleurs, les belles recherches de van Tieghem et les travaux qui les ont suivies tels que ceux de Beille (2), Besser (3), Dennert (4), Grélot (5), Henslow (6), Klein (7), Laborie (8), Marié (9),

---

(1) Van Tieghem Ph., Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur. (*Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences*. Paris. 1875, **XXI**, 2e série, p. 1-261).

(2) Beille L., Recherches sur le développement floral des Disciflores. (*Thèse. Fac. Sc.* Paris, 1902).

(3) Besser, Beitrag zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie von Blüten und Fruchtstielen. (*Dissert. inaug.* Leipzig, 1886).

(4) Dennert, Die anatomische Metamorphose der Blütenstandaxen. (*Bot. Hefte*, Marburg. 1887. 2e partie. pp. 129-216).

(5) Grélot P., Recherches sur le système libéro-ligneux floral des Gamopétales bicarpellées. (*Thèse. Fac. Sc.* Paris 1898).

(6) Henslow G., On the vascular Systems of floral Organs, and their Importance in the Interpretation of the Morphology of Flowers. (*Linn. Soc. Journ. Botany*. 1889, **XXVIII**, pp. 152-196).

(7) Klein, Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzaxen. (*Inaug. Dissert.* Berlin, 1886).

(8) Laborie, Recherches sur la structure des axes floraux. (*Thèse. Fac. Sc.* Paris, 1888).

(9) Marié P., Recherches sur la structure des Renonculacées. (*An. Sc. Nat. Bot.* Paris, 1885, 6e s. **XX**, pp. 5-180).

Nanke (1), Pitard (2), Trautwein (3) et Vidal (4) n'avaient nullement pour trait d'utiliser la structure du pédoncule et de la fleur à la classification, but principal que je me propose dans ce Mémoire

On peut presque dire, sauf de rares exceptions (5), que les travaux anatomiques qui se rapportent à la classification de groupes de plantes traitent de la structure de la racine, de la tige, de la feuille, sans que la fleur ou même le pédoncule y soient étudiés.

Je me suis donc proposé de rechercher si l'examen de la structure du pédoncule (6) et de la fleur ne pourrait pas fournir des caractères importants pour la classification, et il est surprenant qu'on n'ait pas suivi plus tôt cette voie, puisque ce sont les caractères floraux qui ont servi aux systématiciens pour la distinction des familles naturelles, des genres et des espèces.

En ce qui concerne particulièrement le pédoncule, on peut considérer la structure histologique de cet organe vers son sommet comme une sorte de représentation schématique de la structure de tous les organes floraux. On serait alors en droit d'espérer qu'une section pratiquée au-dessous de la fleur peut fournir, pour la taxinomie, des caractères aussi importants que ceux fournis par la section d'un pétiole vers son sommet par rapport à la structure du limbe, ainsi que l'ont montré L. Petit (7) et Morvillez (8, 9, 10, 11, 12). Comme la structure de la fleur des Monocotylédones a été le plus rarement étudiée, j'ai choisi sur les conseils de mon Maître, M. le Professeur Gaston Bonnier, la famille des Liliacées en y comprenant les Asparaginées et les Colchicacées. Cette famille, comme on le sait, a l'avantage de renfermer des genres et des espèces dont l'organisation florale est extrêmement variée. J'ai pensé que les caractères histologiques tirés du pédoncule pourraient fournir, non seulement des précisions sur les limites des genres et tribus, surtout lorsque la morphologie externe est insuffisante pour répondre à ces questions, mais encore pourraient montrer les relations plus ou moins étroites de cette famille avec les familles voisines.

---

(1) Nanke., Vergleichende anatomische Untersuchungen über den Bau von Blüten und vegetativen Axen dicotyler Holzpflanzen. (*Inaug. Dissert.* Kœnigsberg, 1886.)

(2) Pitard J., Recherches sur l'anatomie comparée des pédicelles floraux et fructifères. (*Thèse Fac. Sc.* Paris, 1899.)

(3) Trautwein., Uber Anatomie einjahriger Zweige und Blütenstandaxen. (*Inaug. Dissert.* Halle, 1885).

(4) Vidal P., Recherches sur le sommet de l'axe dans la fleur des Gamopétales. (*Thèse Fac. Sc.* Paris, 1900).

(5) David Constant. Etude anatomique du genre *Bupleurum*. (*Thèse Pharm. Université de Paris*, 1901).

(6) Sous le terme « pédoncule » nous comprenons l'axe d'inflorescence se trouvant immédiatement sous la fleur et qu'un certain nombre d'auteurs désignent par le nom de « pédicelle ».

(7) Petit L., Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie. (*Thèse Fac. Sc.* Paris, 1887).

(8) Morvillez F., Contribution à l'étude de quelques-uns des principaux types foliaires de la famille des Salicinées. Amiens, 1912.

(9) Morvillez F., L'appareil conducteur des feuilles des Saxifragacées. (*C. R. Ac. Sc.* Paris, 1918, t. 167, p. 555).

(10) Morvillez F., L'appareil conducteur foliaire des Hamamélidacées et des formes voisines. (*C. R. Ac. Sc.* Paris, 1919, t. 169, p. 542).

(11) Morvillez F., La trace foliaire des Rosacées. (*C. R. Ac. Sc.* Paris, 1917, t. 165, p. 597).

(12) Morvillez F., L'appareil libéro-ligneux foliaire des Bétulacées, Corylacées et Castanacées. (*C. R. Ac. Sc.* Paris, 1920, t. 170. p. 674).

Quant à l'identification des espèces, bien que les caractères anatomiques floraux soient forcément très voisins les uns des autres, ceux-ci peuvent cependant ajouter quelques indications utiles sur les rapprochements et les différences qu'on ne pourrait pas établir par l'étude de la morphologie externe seule. En matière de taxinomie, on ne saurait s'appuyer sur un trop grand nombre de caractères.

Pour la description des espèces et genres étudiés dans ce travail, j'ai adopté, dans les grandes lignes, la classification d'Engler dans « die natürlichen Pflanzenfamilien » où la famille des Liliacées est divisée en sous-familles : Lilioïdées, Asphodéloïdées, Asparagoïdées, Colchicoïdées, Dracénoïdées, etc. J'étudierai d'abord les Lilioïdées et pour faciliter la description et la comparaison des tribus, je décrirai en premier lieu celles qui renferment des espèces présentant la constitution anatomique la plus simple ; il en sera, d'ailleurs, ainsi pour les autres sous-familles.

Toutes les fleurs ont été étudiées en plein épanouissement, mais avant l'anthèse afin de pouvoir les comparer *au même point de développement*. On sait en effet, qu'au fur et à mesure de leur maturité, de nombreuses modifications se produisent dans leurs tissus.

⁂

Ce travail a été effectué au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne et au Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau. Je prie M. Gaston Bonnier, Directeur de ces deux Laboratoires, de vouloir bien agréer l'expression de toute ma gratitude pour l'aide bienveillante et les renseignements que j'ai toujours trouvés auprès

de lui au cours de mes recherches. Je suis heureuse d'adresser tous mes remerciements à ceux qui m'ont procuré des échantillons et qui m'ont aidé dans l'élaboration de ce travail et plus particulièrement : M. Em. Perrot, Professeur à la Faculté de Pharmacie de Paris, M. R. Viguier, Professeur à l'Université de Caen, M. Costantin, Professeur d'Organographie et de Physiologie végétales au Muséum d'Histoire Naturelle, M. Battandier, Professeur de Botanique à l'Université d'Alger, M. Poirault, Directeur de la Villa Thuret, M. Mirande, Professeur de Botanique à l'Université de Grenoble, M. P. Chodat, Professeur de Botanique de l'Université de Genève, M. J. Friedel, Chef des Travaux de Botanique à l'Université de Nancy, M. Jérôme, Sous-Directeur du Jardin d'Expériences au Muséum d'Histoire Naturelle, M. Caille, chef des cultures au Muséum d'Histoire Naturelle, M. Meunissier, de la Maison Vilmorin-Andrieux, auxquels j'ajouterai M. David Prain, Directeur du Jardin Botanique de Kew et M. le Directeur du Jardin Botanique de Buitenzorg.

Je dois une mention particulière à M. Joseph Bouget, botaniste du Pic du Midi (Bagnères-de-Bigorre, Hautes-Pyrénées) qui, durant deux ans, nous adressa des récoltes de Liliacées pour cette étude.

Enfin, je remercie cordialement MM. A. P. Allorge et Marcel Denis qui ont eu l'amabilité de me procurer un grand nombre d'échantillons récoltés au cours de leurs excursions.

CHAPITRE PREMIER

SOUS-FAMILLE DES LILIOIDÉES

I. — TRIBU DES MUSCARIÉES

1. — Genre *MUSCARI* (Tournef.) Mill.

Muscari racemosum Mill.

Pédoncule. — La section transversale du pédoncule de cette espèce est circulaire. Son diamètre est de 680 μ environ.

La structure du pédoncule au-dessous de la fleur est extrêmement simple. En effet, on observe de l'intérieur vers l'extérieur : un système fasciculaire qui se compose de *trois* petits faisceaux, disposés en triangle et presque réunis entre eux vers l'axe du pédoncule (fig. 1). Il en résulte que la région centrale parenchymateuse est réduite à une ou deux cellules. Ces faisceaux, en forme de fuseau aplati tangentiellement, se composent de 5 à 6 vaisseaux, accompagnés d'un fort massif de liber. Celui-ci renferme des cellules à parois minces du côté des vaisseaux, tandis que les cellules composant la partie externe du massif libérien sont, au contraire, à parois plus épaisses. Il n'est pas rare d'observer entre le bois et le liber une assise de cellules en voie de cloisonnement actif, augmentant ainsi les dimensions des faisceaux.

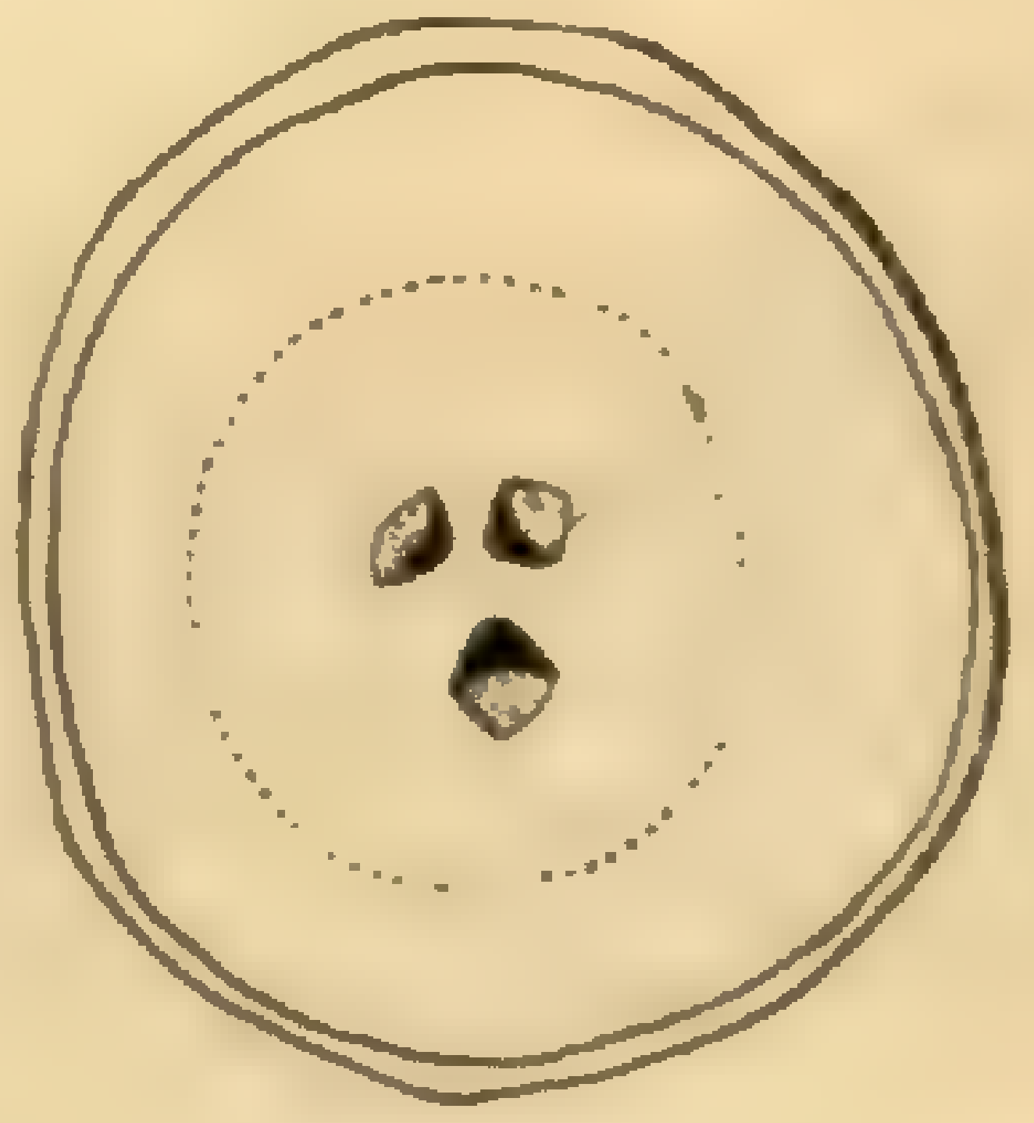


Fig. 1. — Coupe transversale du pédoncule de *Muscari racemosum*.

Le système fasciculaire est entouré par un tissu composé de petites cellules polygonales à parois fortement épaissies aux angles. Ce tissu s'étend en dehors des faisceaux sur 4 à 5 assises et les enveloppe comme dans une sorte de gaine (1).

---

(1) J'emploierai ce terme de *gaine* au cours de ce travail afin d'éviter les répétitions.

En dehors de cette gaine de petites cellules, on trouve 3 assises corticales, composées de cellules au moins trois fois plus grandes que celles de la gaine, rondes, à parois minces et laissant des méats entre elles. Rien ne permet de distinguer l'endoderme.

L'écorce, ainsi que la gaine de petites cellules, est riche en cellules oléifères qui, au point de vue anatomique, se distinguent seulement par des dimensions un peu plus grandes. Elles ne présentent pas de localisation spéciale et sont disséminées sans ordre.

L'épiderme se compose de cellules étroites sur les coupes transversales, à peine bombées extérieurement, épaissies sur les faces internes et externes et recouvertes par une cuticule presque lisse.

Les stomates existent en petit nombre. Les cellules stomatiques, en forme de petit cône en coupe transversale, sont tournées par leurs bases vers les cellules annexes. Les faces internes et externes des cellules stomatiques portent un fort épaississement, ainsi que des petits becs cutinisés très aigus.

FLEUR. — Sous la fleur, chaque faisceau, grâce au fonctionnement de l'assise génératrice, augmente de dimension et se bifurque.

Le système fasciculaire renferme ainsi 6 faisceaux rangés en cercle. Trois d'entre eux A_1 (fig. 2) détachent chacun un faisceau $A_1 S$ pour chaque sépale, puis immédiatement au-dessus, un faisceau $A_1 ES$ pour chaque étamine épisépale et passe enfin plus haut dans les carpelles. Les trois autres faisceaux A_2, alternes avec les précédents, envoient chacun d'abord une branche fasciculaire $A_2 P$ pour chaque pétale, puis, plus haut, un faisceau, $A_2 EP$ pour chaque étamine épipétale.

Chaque pièce florale externe, qui n'est qu'une feuille transformée, reçoit donc un seul faisceau. Par analogie avec ce qu'on a observé pour les faisceaux des feuilles végétatives, j'appellerai l'ensemble des faisceaux passant dans chaque sépale et chaque pétale « *trace des sépales* et *trace des pétales* ou *trace des pièces du périanthe* ». La trace de chaque pièce du périanthe de *Muscari racemosum* renferme donc ***un seul faisceau.***

Chaque faisceau qui passe dans le carpelle correspondant se divise, dès son arrivée, en 3 faisceaux. Les branches médianes $A_1 D$ se dirigent dans la région dorsale du carpelle, tandis que les faisceaux latéraux A_1 *Pl* se dirigent au contraire vers l'intérieur du pistil et vont desservir les placentas et les ovules. Chacune des 6 branches placentaires émet, de plus, trois fascicules qui se dirigent dans les parois du carpelle et longent les glandes septales.

Celles-ci apparaissent à la base du pistil au niveau de l'insertion des ovules et se continuent jusqu'au sommet de ce dernier. Elles s'étendent de l'extérieur vers l'intérieur, sur une largeur de 5 à 6 assises de cellules depuis la quatrième ou cinquième assise sous-épidermique. Elles ne présentent rien de particulier, et l'épiderme qui les constitue, à part un léger épaississement des faces externes, ne possède pas de caractères bien saillants.

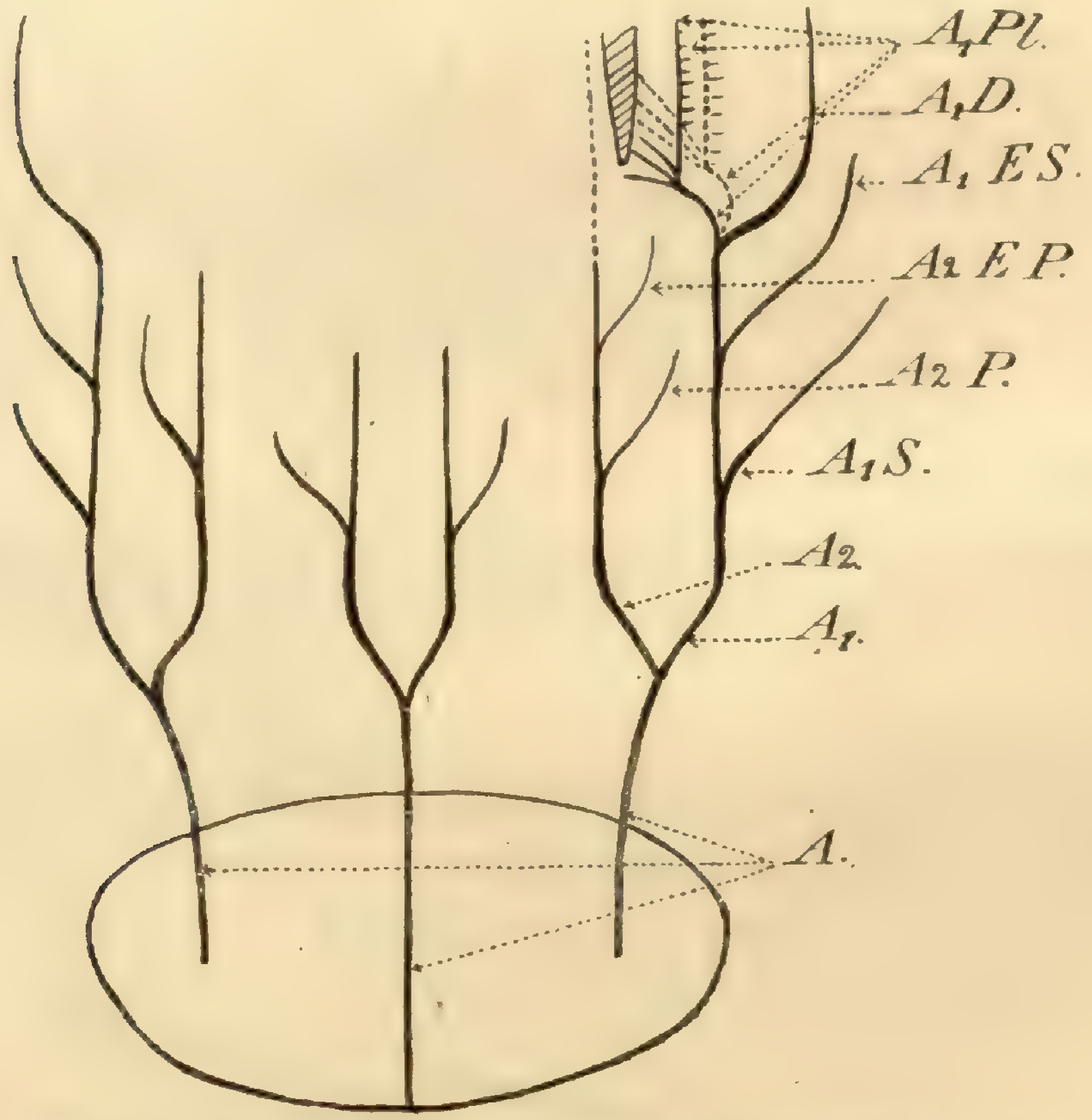


Fig. 2. — Schéma montrant la distribution des faisceaux dans la fleur de *Muscari racemosum.*

Chaque loge de l'ovaire renferme un ovule anatrope, presque horizontal, à funicule très court, à micropyle dirigé en haut.

Le tissu conducteur est représenté chez le *M. racemosum* par des papilles digitiformes. Il recouvre non seulement les placentas, mais aussi les bords internes des carpelles, de sorte que ceux-ci sont simplement accolés ensemble mais non soudés.

Au sommet du pistil, les bords internes des carpelles sont complètement disjoints et on les voit porter des papilles de tissu conducteur groupées en petites houppes.

L'épiderme recouvrant le pistil est fortement papilleux.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme de nombreuses cellules à raphides d'oxalate de calcium, localisées principalement dans la deuxième assise sous-épidermique.

Fleurs stériles. — La structure des pédoncules portant les fleurs stériles diffère peu de la structure des pédoncules terminés par les fleurs normales. La différence consiste en ce que, dans les premiers, les faisceaux présentent en section transversale des dimensions plus faibles, des vaisseaux plus étroits et le massif de liber moins développé.

Dans la fleur, les faisceaux se distribuent de la même manière que dans les fleurs normales jusqu'à la formation des faisceaux du gynécée. Après le départ des faisceaux staminaux, les faisceaux destinés au pistil avortent bientôt. L'ovaire est d'ailleurs rudimentaire et les ovules se réduisent à des mamelons informes.

Muscari comosum Mill.

Pédoncule. — La section du pédoncule de cette espèce est également arrondie, mais à contour très régulier. Son diamètre est de 920 μ environ. Comme dans le *M. racemosum* le système fasciculaire renferme trois faisceaux (fig. 3) montrant aussi une assise génératrice, mais ils sont moins larges en section transversale. La région centrale est plus développée, ainsi que la gaine de petites cellules et que l'écorce.

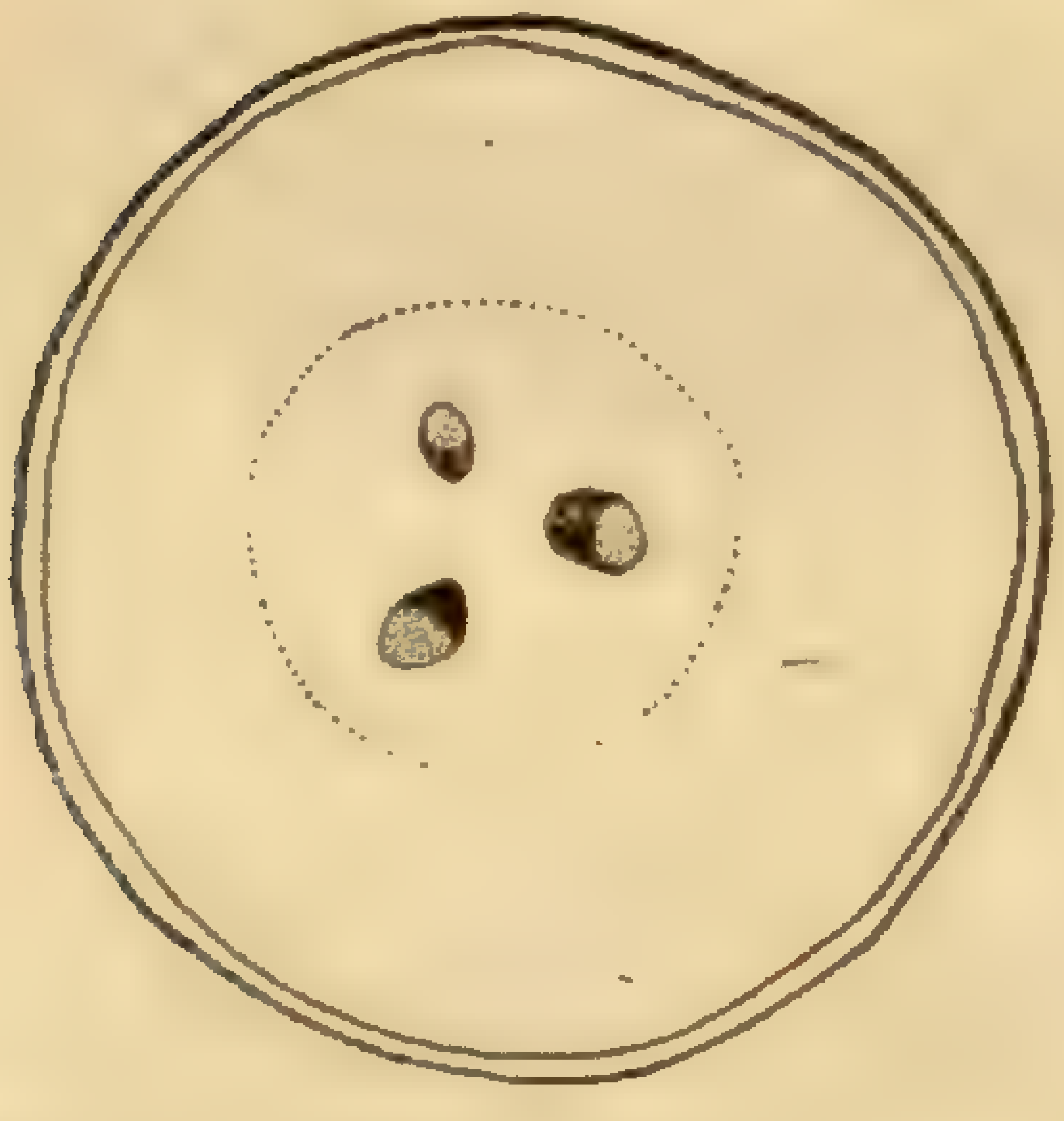


Fig. 3. — Coupe transversale du pédoncule de *Muscari comosum*.

Les cellules épidermiques sont également étroites, mais à parois interne et externe moins épaissies. Les stomates, également peu nombreux et construits sur le même type, ne diffèrent de ceux du *M. racemosum* que par leur taille légèrement plus petite.

Fleur. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales se produit exactement comme dans l'espèce précédente. La *trace* de chaque pièce du périanthe se compose également d'*un seul faisceau*. Le système fasciculaire du pistil est constitué comme celui du *M. racemosum*.

Il existe également 3 petits fascicules dans les parois des carpelles de part et d'autre des glandes septales.

Celles-ci présentent une très grande ressemblance avec les glandes septales du *M. racemosum* et ne diffèrent que par leur plus grande longueur dans le sens radial.

Comme chez le *M. racemosum*, chaque loge de l'ovaire renferme un seul ovule anatrope, de forme un peu plus arrondie que dans l'espèce précédente.

Au sommet du pistil, les carpelles se disjoignent également par leurs bords internes et portent de petites houppes de tissu conducteur, aussi en forme de papilles, moins allongées cependant que dans l'espèce précédente.

L'épiderme recouvrant le pistil est papilleux, mais à papilles courtes.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme de grandes cellules à raphides d'oxalate de calcium.

Fleurs stériles. — Comme dans le cas des fleurs stériles du *M. racemosum*, les pédoncules diffèrent des pédoncules des fleurs normales par : 1° la réduction des dimensions des faisceaux ; 2° par la réduction du calibre des vaisseaux et du massif libérien ; 3° par le développement plus grand de la gaine des petites cellules et moins grand de l'écorce.

Les faisceaux se distribuent dans la fleur comme dans les fleurs stériles du *M. racemosum* et comme dans cette espèce les faisceaux placentaires avortent.

L'ovaire et les ovules restent également à l'état rudimentaire.

On voit donc qu'au point de vue anatomique comme au point de vue morphologique, les deux espèces étudiées sont extrêmement voisines l'une de l'autre, non seulement par les caractères du pédoncule mais aussi par ceux de la fleur. De plus, comme nous allons le voir plus loin, grâce à ces caractères, il nous sera possible de distinguer le genre *Muscari* du genre *Bellevalia* et de ne pas les confondre comme l'ont fait certains auteurs.

2. — Genre *BELLEVALIA* Lapeyr.

Bellevalia trifoliata Kunth.

PÉDONCULE. — La section est circulaire ou légèrement elliptique; son diamètre est de 320 μ environ.

Par la constitution du système fasciculaire et surtout par le nombre de faisceaux (fig. 4), cette plante se rapproche des espèces précédentes, mais s'en éloigne par la forme, les dimensions des faisceaux et les rapports entre les éléments libéro-ligneux. La disposition de ces éléments rappelle celle des faisceaux des Dicotylédones. Le liber s'étale sur les côtés en forme d'éventail.

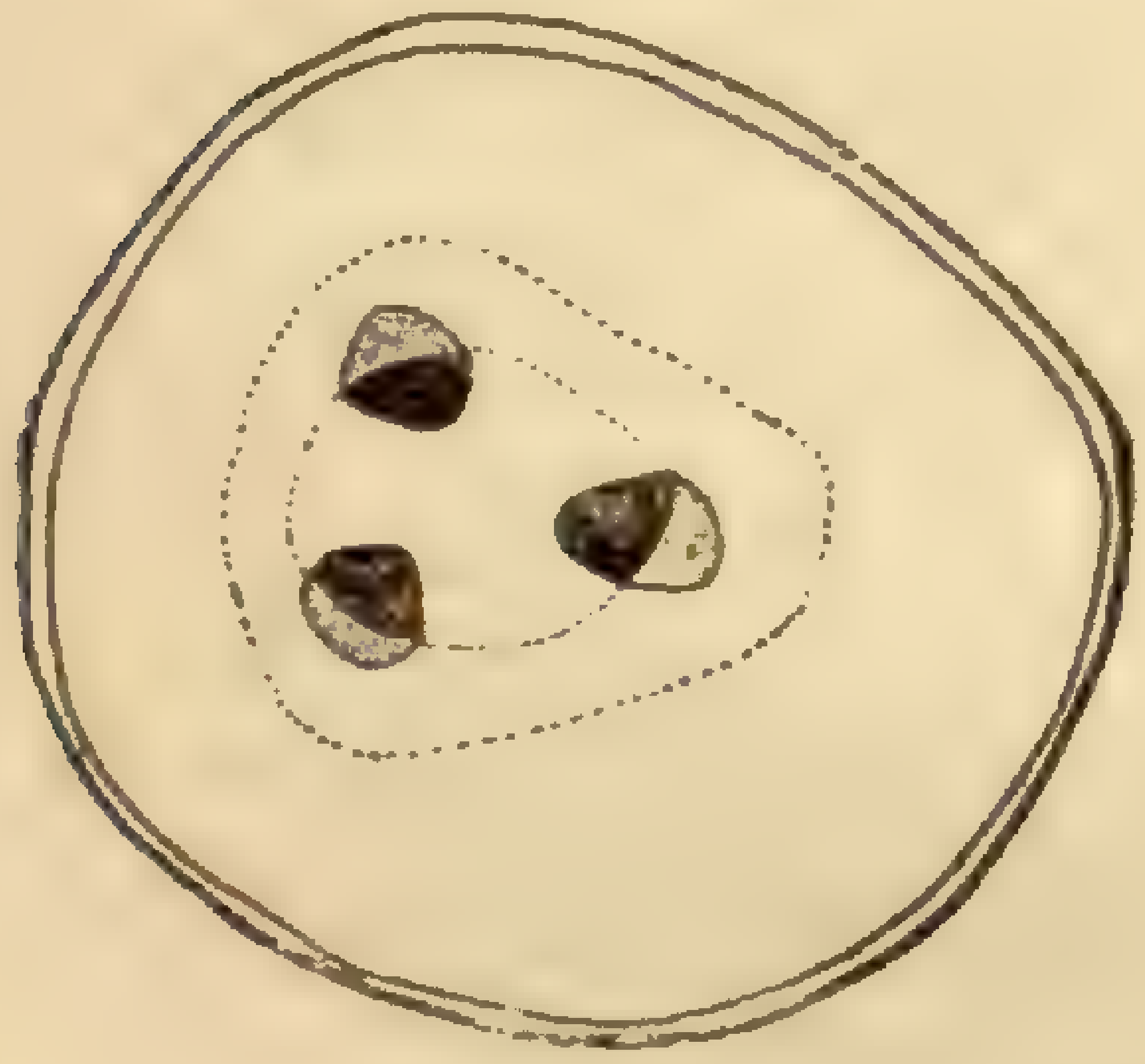


Fig. 4. — Coupe transversale du pédoncule de *Bellevalia trifoliata*.

La gaine de petites cellules est nettement collenchymateuse et s'étend sur 4-6 assises. L'écorce est plus développée d'un côté, comme dans beaucoup de pédoncules de diverses inflorescences, ainsi que l'a déjà observé Ricôme (1).

Comme dans le pédoncule du *Muscari*, l'écorce, ainsi que la gaine sont riches en cellules sécrétrices, disséminées sans ordre. L'assise épidermique se compose de cellules étroites dans le sens radial. Leurs parois internes sont légèrement épaissies, les parois externes, très aplaties, sont plus épaisses et portent une cuticule lisse.

Les stomates sont assez nombreux, les cellules stomatiques sont grandes, de forme ovale sur les coupes transversales. Les bandes d'épaississement s'étendent uniquement sur les faces internes et externes, les parois latérales sont, par contre, très minces.

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur se produit comme dans la fleur des diverses espèces de *Muscari* étudiées plus haut. Ici également la trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul faisceau*. Le système fasciculaire du pistil présente une très grande ressemblance avec celui du genre *Muscari*, mais il s'en distingue par le nombre et la forme des faisceaux dorsaux des carpelles; en effet, chaque carpelle de *Bellevalia trifoliata* ne possède qu'une seule nervure.

---

(1) RICÔME. Sur le polymorphisme des rameaux dans les inflorescences (*C. R. Ac. Sc.* Paris, 1897, **125**, p. 1.046).

Comme dans le pistil du *Muscari* il existe 2-3 petits faisceaux dans les parois latérales des carpelles, de chaque côté des glandes septales. Celles-ci sont très nettes et assez allongées dans le sens radial. L'épiderme qui les tapisse est légèrement épaissi. Chaque loge de l'ovaire renferme généralement deux ovules anatropes, à l'inverse du pistil du *Muscari*, où chaque loge ne renferme qu'un ovule, mais ils sont insérés de la même manière.

Le tissu conducteur se présente sous la forme de courtes papilles en doigt de gant.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme un grand nombre de cellules à raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme externe des carpelles est lisse.

Bellevalia dubia Reichenb.

Pédoncule. — La section est arrondie, de 1000 μ de diamètre environ.

Le système fasciculaire renferme, comme dans l'espèce précédente, trois grands faisceaux *A* disposés en triangle, mais de plus, on observe trois petits faisceaux *B* alternes avec les premiers et disposés un peu plus extérieurement (fig. 5).

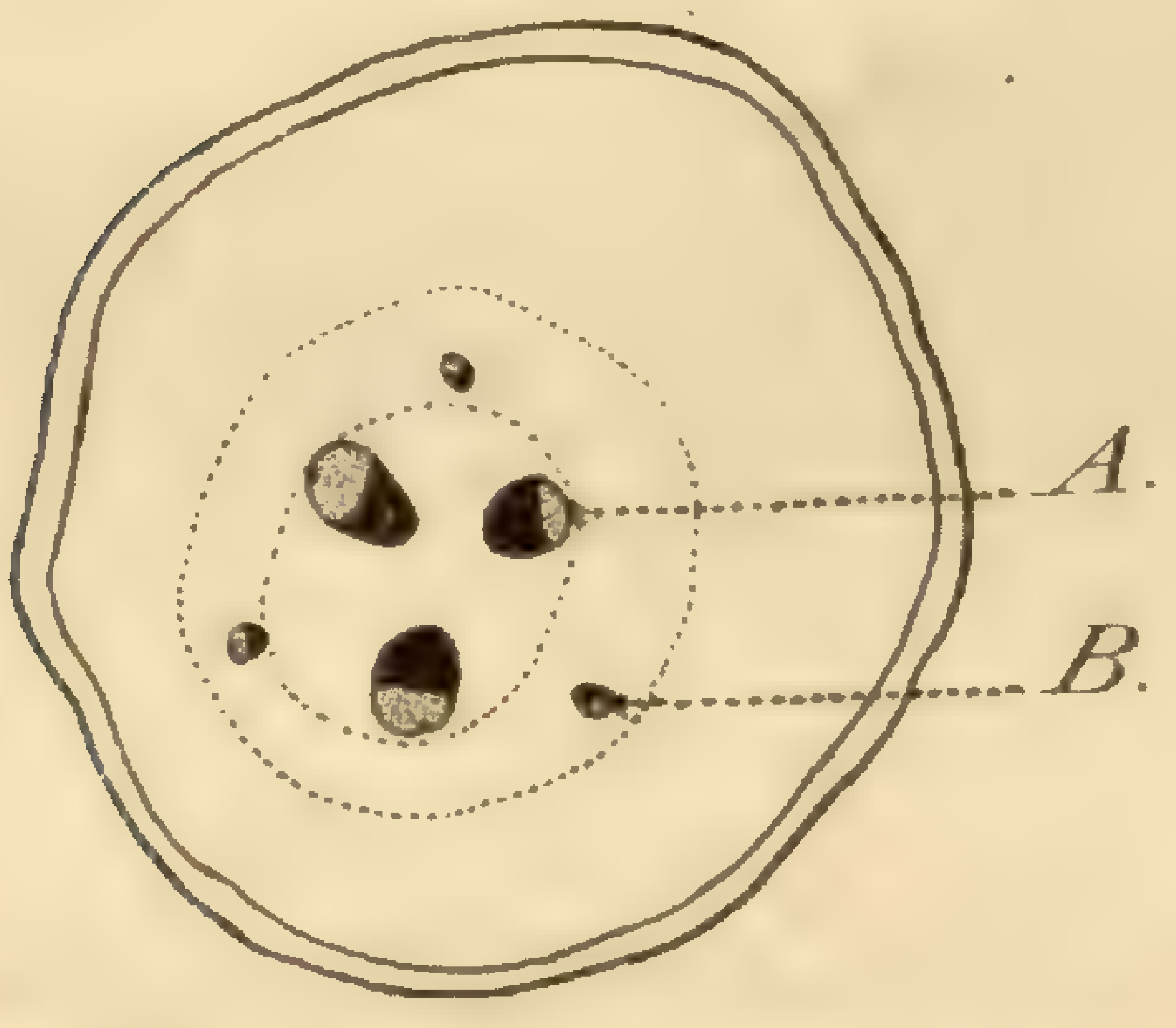


Fig. 5. — Coupe transversale du pédoncule de *Bellevalia dubia*.

Chacun d'eux se compose de 1 à 3 vaisseaux et d'un massif de liber. La gaine de petites cellules s'étend autour du système fasciculaire sur 2-3 assises, elle est légèrement collenchymateuse comme dans l'espèce précédente. L'écorce se compose de 6 assises de cellules arrondies, laissant des méats entre elles. Elle renferme, ainsi que la région centrale et la gaine de petites cellules, des cellules sécrétrices à huiles essentielles.

L'assise épidermique, ainsi que les stomates, qui sont nombreux, présentent les caractères généraux de l'espèce précédente.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur se fait comme dans la fleur de *B. trifoliata.*

Ici tous les faisceaux du pédoncule s'anastomosent en un anneau libéro-ligneux. De cet anneau partent, dans l'ordre déjà décrit, les faisceaux destinés aux pièces florales. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul faisceau.*

Le système fasciculaire du pistil est plus riche en petits faisceaux dorsaux des carpelles que dans le pistil des *Muscari* et de *B. trifoliata.* Chaque loge de l'ovaire renferme une série de deux ovules, anatropes, horizontaux, à micropyle dirigé vers le haut, comme dans l'espèce précédente.

Les glandes septales sont également très nettes et très allongées radialement comme celles de *B. trifoliata.*

Le tissu conducteur est en papilles plus globuleuses.

Il existe également de grandes cellules à raphides d'oxalate de calcium dans la troisième assise sous-épidermique.

L'épiderme extérieur recouvrant le pistil est également papilleux.

En résumé, le *B. dubia,* tout en présentant beaucoup de caractères du pédoncule et de la fleur communs avec le *B. trifoliata,* s'en distingue surtout par le nombre de faisceaux composant le système fasciculaire du pédoncule.

Bellevalia Hackeli Freyn.

Pédoncule. — La section est également arrondie. Le diamètre est d'environ 760 μ.

Par la constitution et la disposition du système fasciculaire, cette espèce est extrêmement voisine de *B. dubia.* Elle s'en distingue, cependant, d'abord par le fait que les petits faisceaux du triangle externe sont beaucoup plus rapprochés des faisceaux *A* que dans l'espèce précédente. De plus, un de ces petits faisceaux *B* se différencie beaucoup plus tard, de sorte qu'on ne trouve le plus souvent que deux fais-

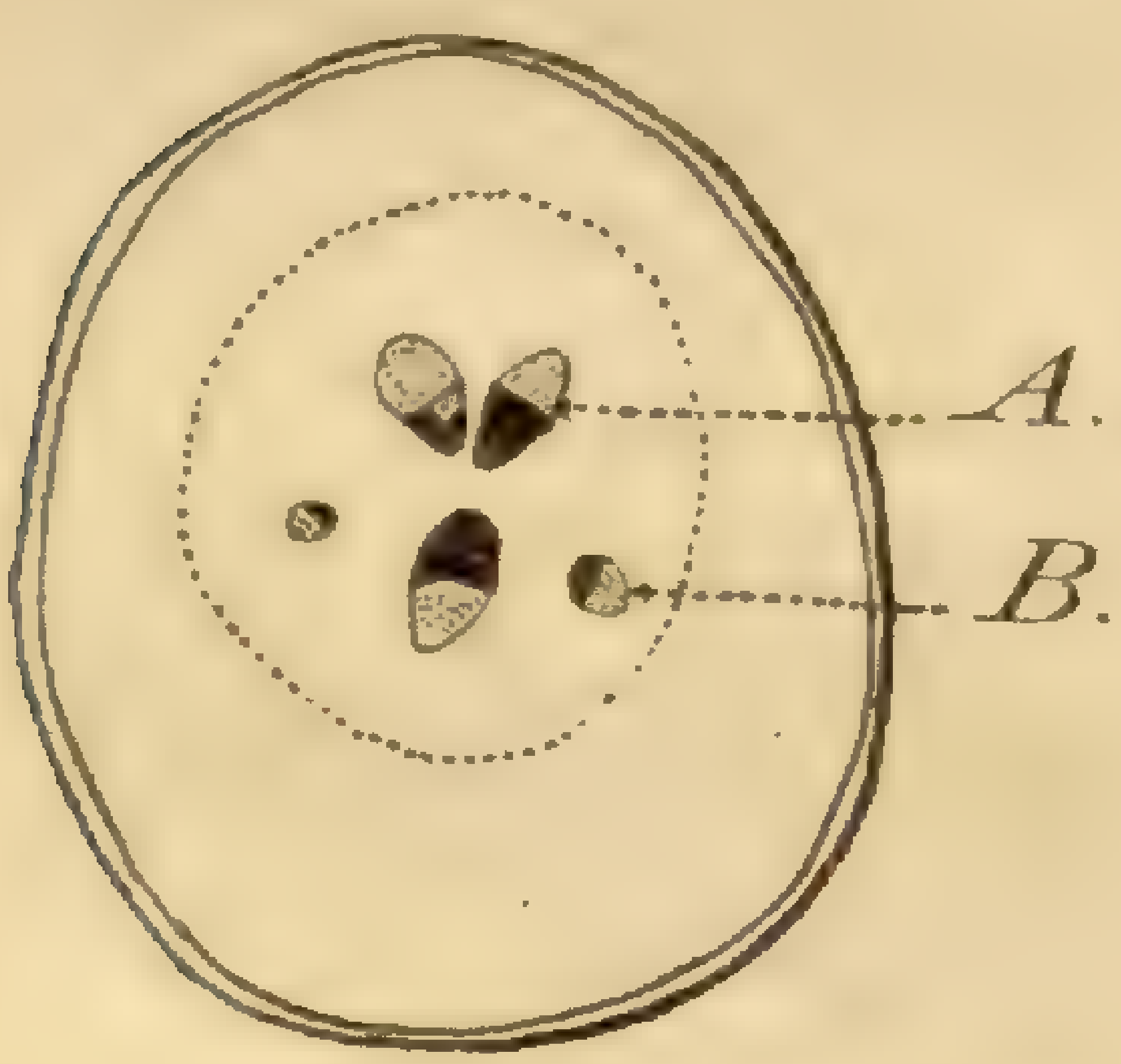


Fig. 6. — Coupe transversale du pédoncule de *Bellevalia Hackeli.*

ceaux, comme l'indique la figure 6. La gaine de petites cellules est plus large. L'écorce présente exactement les mêmes caractères, mais se compose seulement de 4 assises. L'épiderme de *B. Hackeli* est construit sur le même type que celui de *B. dubia*, il est cependant plus riche en stomates. Ces derniers ne diffèrent de ceux de cette espèce que par les cellules stomatiques qui sont un peu plus larges.

Fleur. — Le système fasciculaire de la fleur présente une très grande ressemblance avec celui de l'espèce précédente. La trace des sépales et des pétales se compose également d'*un seul faisceau*. Le système fasciculaire du pistil est identique à celui de *B. dubia*. Tous les autres caractères floraux rapprochent également ces deux espèces qui, en somme, ne diffèrent que par la forme plus large des ovules.

Il semble donc que le genre *Bellevalia* peut être divisé en deux sections. La première serait formée de *B. trifoliata*, la deuxième de *B. dubia* et *B. Hackeli*. Et puisque le *B. trifoliata* se rapproche par le nombre de faisceaux du pédoncule du genre *Muscari*, il serait possible de considérer cette espèce comme une espèce intermédiaire rapprochant les deux genres.

Le genre *Bellevalia* est considéré dans les classifications de Bentham et Hooker et d'Engler comme section du genre *Hyacinthus*, comme sous-genre dans la Flore de Rouy, et comme genre dans la Flore de France de Grenier et Godron.

En étudiant le genre *Hyacinthus*, nous verrons que les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur permettent de distinguer et de séparer les *Bellevalia* des *Hyacinthus*.

3. — Genre *HYACINTHUS* L.

Hyacinthus amethystinus L.

Pédoncule — La section du pédoncule est légèrement elliptique, à contour ondulé. Le plus grand diamètre est de 720-800 μ environ.

Le système fasciculaire est plus compliqué que celui des pédoncules de *Muscari* et se rapproche surtout de celui de *Bellevalia*.

Il se compose de trois grands faisceaux *A* constituant le triangle interne (fig. 7). Ils présentent une forme plus allongée et non aplatie comme chez les *Bellevalia*. En dehors et en alternance avec ces trois faisceaux *A*, il existe trois groupes de 2 ou 3 petits faisceaux *B*. *Le système fasciculaire de l'*Hyacinthus amethystinus *diffère donc de celui des* Bellevalia *par un nombre de faisceaux plus grand.*

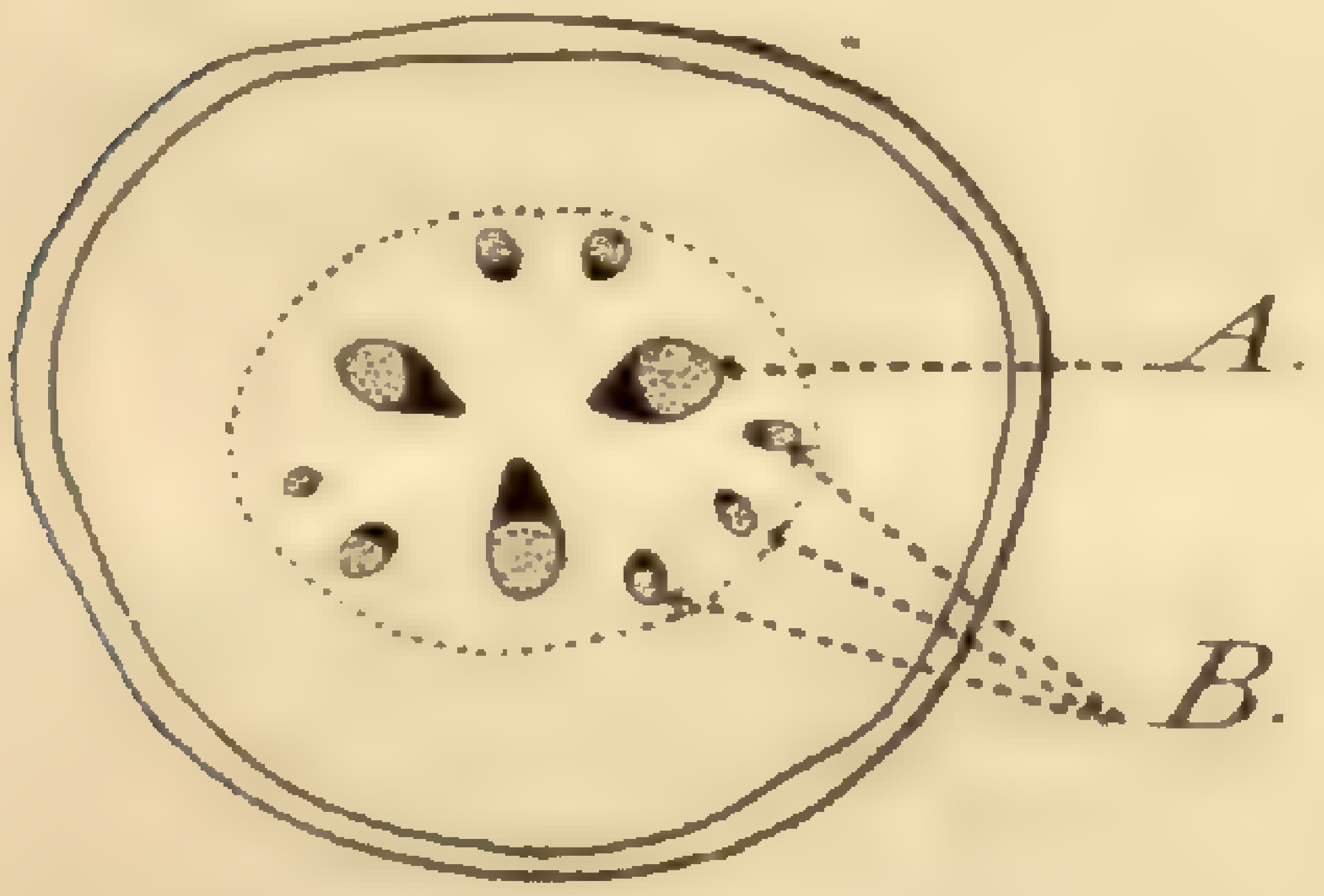


Fig. 7. — Coupe transversale du pédoncule d'*Hyacinthus amethystinus*.

La gaine de petites cellules s'étend sur 4-5 assises légèrement collenchymateuses et englobe complètement les petits faisceaux.

L'écorce, constituée par 5-6 assises de parenchyme rond, renferme, ainsi que la gaine de petites cellules, des cellules à huiles essentielles, disséminées sans ordre.

L'assise épidermique, très riche en stomates, se compose de cellules étroites, à peine épaissies sur leurs faces internes, beaucoup plus sur les faces externes. Celles-ci sont aplaties et recouvertes d'une cuticule à peine ondulée. Les cellules stomatiques sont situées juste au milieu des cellules annexes, elles sont allongées et à peine proéminentes par leurs faces latérales dans les cellules annexes. Leurs faces internes et externes portent des larges bandes obliques d'épaississement et des becs cutinisés très petits.

Fleur. — Sous la fleur les faisceaux du pédoncule s'anastomosent en un anneau libéro-ligneux comme chez les *B. dubia* et *B. Hackeli*. Ensuite les faisceaux se distribuent comme dans ces espèces. La *trace des sépales et pétales* se compose également d'*un seul faisceau*.

Le système fasciculaire du pistil se distingue de celui des deux espèces citées surtout par le nombre des faisceaux dorsaux des carpelles qui est ici de 5 et par la forme du faisceau dorsal médian.

Chaque loge de l'ovaire renferme une série de deux ovules plus ou moins horizontaux, anatropes, de forme globuleuse, remplissant toute la cavité.

Les glandes septales, quoique peu caractérisées, sont très nettes, très allongées radialement, les espaces interseptaux sont très étroits. Le tissu conducteur est en courtes papilles.

Comme dans les genres *Muscari* et *Bellevalia* les carpelles se disjoignent par leurs bords internes au sommet du pistil. Le tissu conducteur forme, sur leurs angles dirigés vers le centre de la fleur, de véritables bouquets de papilles digitiformes, comme dans les deux genres cités.

Les feuilles carpellaires renferment également des cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Hyacinthus romanus L.

Pédoncule. — La section est légèrement elliptique. Le plus grand diamètre est de 880 μ environ.

Le système fasciculaire du pédoncule est plus simple que celui du pédoncule de l'*H. amethystinus*. Comme dans cette espèce, il se compose de 3 grands faisceaux *A* en forme de fuseau ou de coupe très allongée. Dans presque tous les pédoncules examinés, deux de ces faisceaux sont très rapprochés l'un de l'autre ou même complètement réunis. En dehors et en alternance avec ces faisceaux, on observe deux autres petits rameaux fasciculaires *B*, le troisième est avorté dans la grande majorité des cas (fig. 8). Grâce à cette particularité, le pédoncule de cette espèce diffère nettement de l'espèce précédente. La gaine de petites cellules est collenchymateuse, elle s'étend sur 3-4 assises et entoure complètement les petits faisceaux.

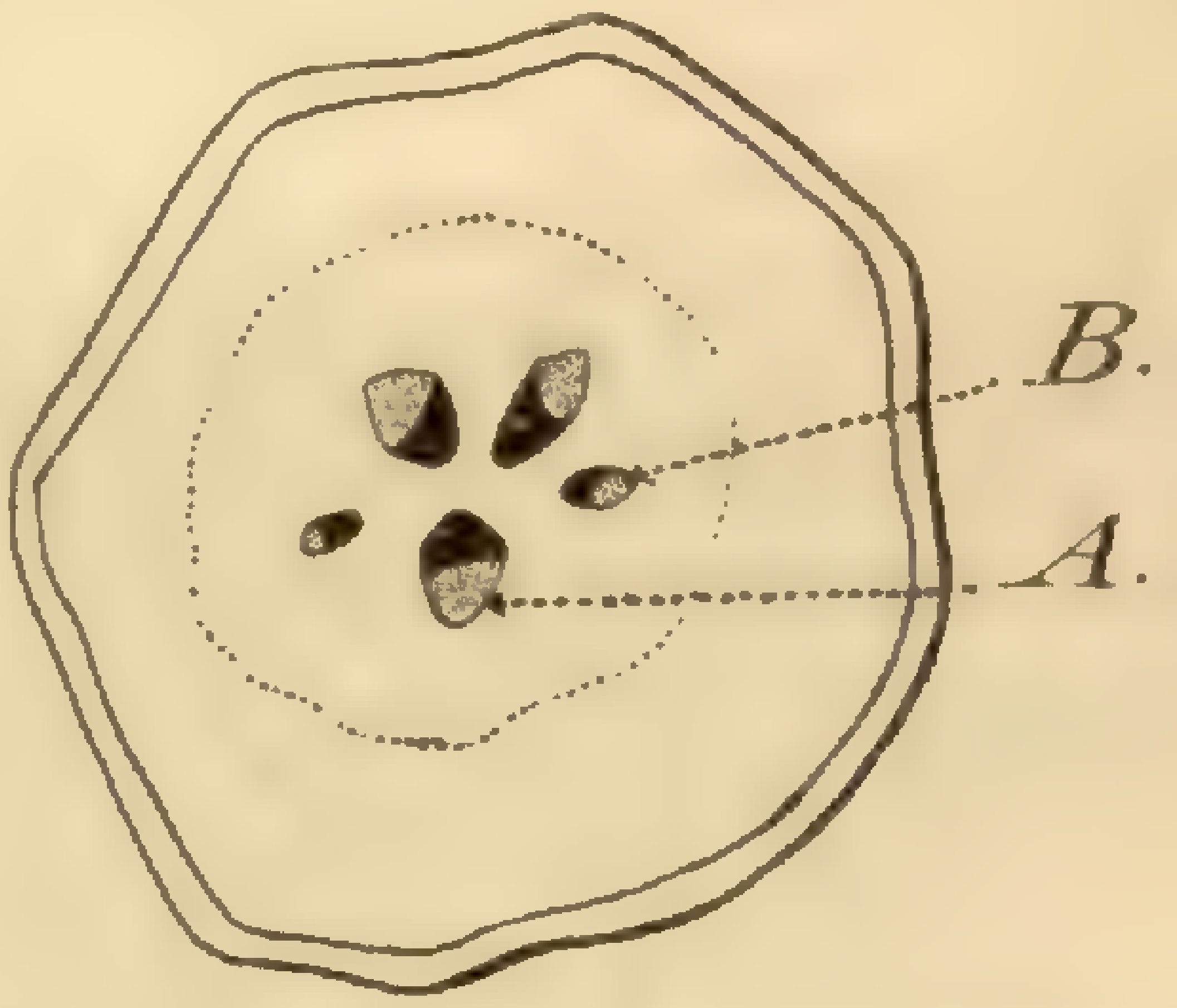


Fig. 8. — Coupe transversale de pédoncule d'*Hyacinthus romanus*.

L'écorce, moins développée du côté du petit faisceau avorté, se compose de 4-5 assises de ce côté et de 5-6 assises du côté le plus développé et présente les mêmes caractères que chez l'*H. amethystinus*.

L'assise épidermique est également riche en stomates et ressemble par tous les autres caractères à celle de l'*H. amethystinus*.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue d'une manière identique à ce qui a été observé pour l'espèce précédente. La trace de chaque sépale et de chaque pétale se compose d'*un seul faisceau*.

Le système fasciculaire du pistil est moins riche en faisceaux, chaque carpelle renferme dans sa région dorsale un grand faisceau et deux faibles ramifications.

Chaque loge de l'ovaire renferme des séries de deux ovules, se recouvrant les uns les autres et rappelant par ce fait la disposition des ovules chez les *Bellevalia*.

Les glandes septales existent également et présentent les mêmes caractères que précédemment.

Le tissu conducteur ressemble à celui de l'*H. amethystinus* et présente des papilles en bouquet au sommet du pistil.

Les feuilles carpellaires renferment également quelques cellules à raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme externe de l'ovaire est papilleux.

L'*H. romanus* diffère donc nettement de l'*H. amesthystinus* par le nombre moins grand de faisceaux constituant le système fasciculaire du pédoncule mais il s'en rapproche par leur forme et par les autres caractères du pédoncule, tels que la disposition de la gaine de petites cellules et par les caractères de l'épiderme.

D'autre part, par le nombre moins grand de faisceaux, cette espèce se rapproche des *Bellevalia*, de sorte qu'on pourrait la considérer comme une espèce de liaison entre ces deux genres si voisins du reste qu'un grand nombre de systématiciens classe l'*H. romanus* dans le genre *Bellevalia*. Nous avons vu cependant que la forme des faisceaux principaux est un caractère extrêmement stable, de sorte qu'il est possible, dans ce cas de synonymie, de trancher la question. Ce caractère réuni à celui de l'épiderme et aux caractères de la fleur permettent de classer cette espèce dans le genre *Hyacinthus*. De plus, la structure du pédoncule et de la fleur montre qu'il existe une affinité très grande entre les deux genres étudiés, comme l'indiquent également les caractères morphologiques.

Hyacinthus orientalis L.

PÉDONCULE. — La section du pédoncule est arrondie ou un peu elliptique.

Le diamètre est beaucoup plus grand que celui des deux espèces précédentes, il est de 1360 μ environ.

Par le nombre de faisceaux, cette espèce diffère nettement des autres.

En effet, le système fasciculaire comprend trois grands faisceaux *A* (fig. 9) disposés en triangle interne. On y observe un cloisonnement très actif des assises génératrices entre les vaisseaux et le liber.

En dehors et en alternance avec ces faisceaux, il existe 3 autres faisceaux *B*, un peu moins grands. De plus, 6-8 rameaux fasciculaires *b* sont disposés en cercle autour des deux triangles de faisceaux. La région centrale est assez lacuneuse. La gaine de petites cellules est plus étroite que dans les autres espèces.

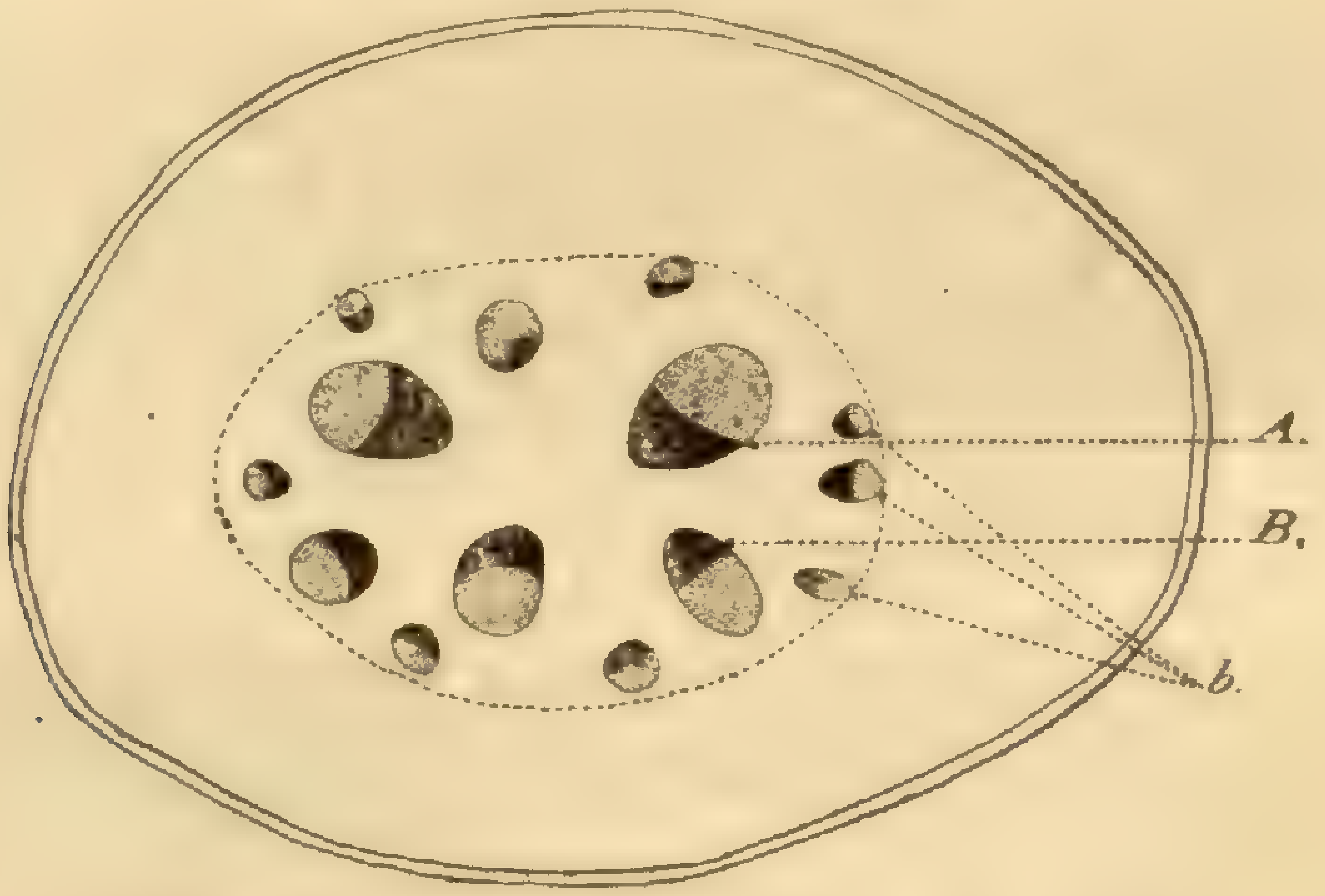


Fig. 9. — Coupe transversale du pédoncule d'*Hyacinthus orientalis*.

L'écorce, fortement lacuneuse, s'étend sur 5-6 assises et se compose de parenchyme rond, dont les plus grandes cellules renferment des huiles essentielles.

L'épiderme est construit sur le même type que dans les autres espèces ainsi que la cuticule qui est plus fortement ondulée. Les stomates nombreux sont également du même type que dans les espèces du même genre décrites plus haut.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue aussi d'une manière identique ; la trace des pièces du périanthe se compose d'*un seul faisceau*.

Le système fasciculaire de l'ovaire ne se distingue de celui des autres espèces que par les dimensions plus grandes des faisceaux et par un nombre plus grand de rameaux fasciculaires dans les carpelles.

Chaque loge de l'ovaire renferme 4-5 séries de deux ovules semi-horizontaux, anatropes. Par leur forme, ils ressemblent aux ovules des autres espèces du même genre. Les glandes septales existent très courtes dans le sens radial et peu caractérisées.

Le tissu conducteur est en forme de papilles globuleuses ou légèrement allongées. Comme dans les pistils des genres *Muscari* et *Bellevalia*, les carpelles se disjoignent par leurs bords internes dans la partie supérieure et sont tapissés de houppes de tissu conducteur.

Le parenchyme des feuilles carpellaires est riche en raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est papilleux.

En résumé, l'*H. orientalis*, tout en ressemblant aux autres espèces étudiées par la structure du pédoncule et surtout de la fleur, présente cependant une différence assez grande dans la constitution du système fasciculaire du pédoncule, cette différence consistant notamment dans la présence d'un cercle de petits faisceaux en plus de ce qu'on observe chez les *H. amethystinus* et *H. romanus*. Il semble donc qu'il serait logique de faire deux sections pour les espèces que j'ai étudiées.

Les *H. amethystinus* et *H. romanus* pourraient constituer la section I. Baker, Bentham et Hooker, ainsi qu'Engler classent la première espèce dans la section *Hyacinthella* du genre *Hyacinthus* correspondant au sous-genre du même nom de Rouy. Il semble que d'après les caractères anatomiques de la fleur on peut y joindre l'*H. romanus*. L'*H. orientalis* constituerait la section II ou section *Euhyacinthus*, comme l'ont admis Bentham et Hooker, ainsi qu'Engler. Rouy en fait un sous-genre du même nom.

Ce genre *Hyacinthus* prend place dans la classification de Rouy dans la tribu des Muscariées. On vient de voir que l'ensemble des caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur justifie sa place au voisinage des genres *Muscari* et *Bellevalia*, dans la même tribu. Cette tribu des Muscariées forme ainsi un petit groupe homogène.

Déjà les anciens auteurs groupaient ces genres très près les uns des autres. Adanson classait le genre *Hyacinthus* à côté du genre *Muscari* dans la sixième section : les Jacinthes ; de Jussieu le rapprochait, par contre, du *Fritillaria*. Tournefort faisait une tribu des Hyacinthiées dans laquelle il rangeait les genres *Hyacinthus*, *Bellevalia* et *Muscari* à côté les uns des autres. Endlicher a maintenu cette tribu et y rangeait également les trois genres ensemble. Quant à Baillon, il a classé *Hyacinthus* et *Muscari* à côté l'un de l'autre dans la tribu des Scillées. Tous ces auteurs se sont rendu compte des affinités des plantes citées, en se basant uniquement sur les caractères morphologiques. Ces affinités sont encore plus apparentes par l'étude de l'anatomie de la fleur.

Dans le tableau ci-joint, on peut constater qu'il est possible de déterminer anatomiquement les genres et espèces de la tribu des Muscariées.

Tribu des Muscariées.

1. Pédoncule à 3-9 faisceaux disposés en 1-2-3 zones. Gaine de petites cellules très nette et large, collenchymateuse ou non. Nombreuses cellules oléifères. Epiderme aplati ou bombé. Cuticule lisse ou ondulée. Stomates plus ou moins nombreux, plus ou moins étroits.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 1 faisceau. Système fasciculaire du pistil = 1-5 faisceaux dorsaux + de nombreuses ramifications dans les parois des carpelles + 2 branches placentaires. Ovules : un ou deux par loge ou ovules nombreux par séries de 2, à micropyle supérieur ou latéral. Glandes septales peu différenciées. Carpelles se disjoignant au sommet de l'ovaire et portant des bouquets de papilles de tissu conducteur. Cellules oxalifères dans le mésophylle carpellaire. Epiderme de l'ovaire lisse ou papilleux.

Genre *MUSCARI* (Tournef.) Mill.

1. Pédoncule à 3 faisceaux, disposés en triangle, plus ou moins rapprochés de l'axe. Gaine de petites cellules large de 4 à 6 assises, collenchymateuse. Cellules épidermiques à peine bombées. Cuticule lisse. Stomates peu nombreux, de forme conique en coupe transversale.

2. Fleur. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal + 3 fascicules pour chaque cloison de l'ovaire + 2 branches placentaires. 1 ovule par loge, anatrope, horizontal, à micropyle supérieur. Epiderme de l'ovaire fortement papilleux. Nombreuses raphides d'oxalate.

1. Pédoncule à 3 faisceaux allongés radialement, presque réunis au centre. . . . . *M. racemosum* Mill.
2. Pédoncule à 3 faisceaux allongés transverslement, éloignés du centre . . . . *M. comosum* Mill.

Genre *BELLEVALIA* Lapeyr.

1. Pédoncule à 3-6 faisceux éloignés de l'axe. Gaine de petites cellules de 4-6 assises, collenchymateuse. Cellules épidermiques aplaties. Cuticule lisse. Stomates nombreux, de forme ovale en coupe transversale.

2. Fleur. Ovules anatropes, horizontaux, par séries de 2 dans chaque loge, à micropyle supérieur. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau + 2-3 fascicules dans les parois carpellaires + 2 branches placentaires. Epiderme extérieur de l'ovaire papilleux.

1. Pédoncule à 3 faisceaux seulement éloignés de l'axe. . . . . *B. trifoliata* . . . . Kunth.
2. Pédoncule à 3 grands faisceaux + 3 petits alternes, éloignés des grands. . . . . *B. dubia* Reichenb.
3. Pédoncule à 3 grands faisceaux + 3 petits alternes, rapprochés des grands. . . . . *B. Hackeli* Freyn.

Genre *HYACINTHUS* L.

1. Pédoncule à 6-9 faisceaux disposés en 2-3 zones. Gaine de petites cellules de 4-5 assises, à peine collenchymateuse. Nombreuses cellules oléifères. Cellules épidermiques aplaties. Cuticule légèrement ondulée. Stomates nombreux, ovales, très étroits en coupe transversale.

2. Fleur. Système fasciculaire du pistil = 5 faisceaux dorsaux des carpelles + 2 branches placentaires. Ovules horizontaux, anatropes, globuleux, insérés par séries de 2, à micropyle latéral. Epiderme de l'ovaire lisse ou papilleux.

Section I. *Euhyacinthella* Baker.

1. Pédoncule à 8-9 faisceaux en 2 zones : 3 grands faisceaux + 3 groupes alternes de 2-3 petits faisceaux. . . . . *H. amethystinus* L.

2. Pédoncule à 5-6 faisceaux en 2 zones : 3 grands faisceaux dont 2 presque confondus + 2-3 petits faisceaux alternes. . . . . *H. romanus* L.

Section II. *Euhyacinthus* Baker.

3. Pédoncule à 3 zones de faisceaux : 3 grands en triangle + 3 plus petits alternes + 6 fascicules en cercle tout autour. . . . . *H. orientalis* L.

II. — TRIBU DES UROPÉTALÉES

4. — Genre *UROPETALUM* Ker

Uropetalum serotinum Ker

Pédoncule. — La section est circulaire, de contour légèrement ondulé. Le diamètre est d'environ 880 µ.

Comme chez les *Bellevalia* et les *Hyacinthus*, le système fasciculaire se compose de trois grands faisceaux *A* (fig. 10), rangés en triangle et très rapprochés du centre du pédoncule. Comme dans les faisceaux analogues des genres cités, on observe des cloisonnements secondaires. Trois autres faisceaux *B*, sensiblement plus petits, se trouvent disposés en triangle externe et alterne avec le premier. De plus, trois groupes de deux petits faisceaux *b* en voie de différenciation alternent à peu près régulièrement avec ceux du triangle externe. La région centrale, très réduite, se compose de parenchyme à parois minces. La gaine de petites cellules ne s'étend pas en dehors des faisceaux externes. L'écorce, large de 7-8 assises, renferme un grand nombre de *poches sécrétrices bordées par des cellules de dimensions beaucoup plus petites.*

La dernière assise corticale alterne très régulièrement avec l'assise épidermique. Cette dernière se compose de cellules légèrement allongées dans le sens radial, à peine épaissies sur les faces internes, fortement sur les faces externes. La cuticule est lisse.

Les stomates très nombreux diffèrent par leur structure de ceux des genres étudiés. Les cellules stomatiques présentent des dimensions très faibles par rapport aux cellules annexes ; de plus, leur diamètre transversal est à peine plus grand que le diamètre longitudinal.

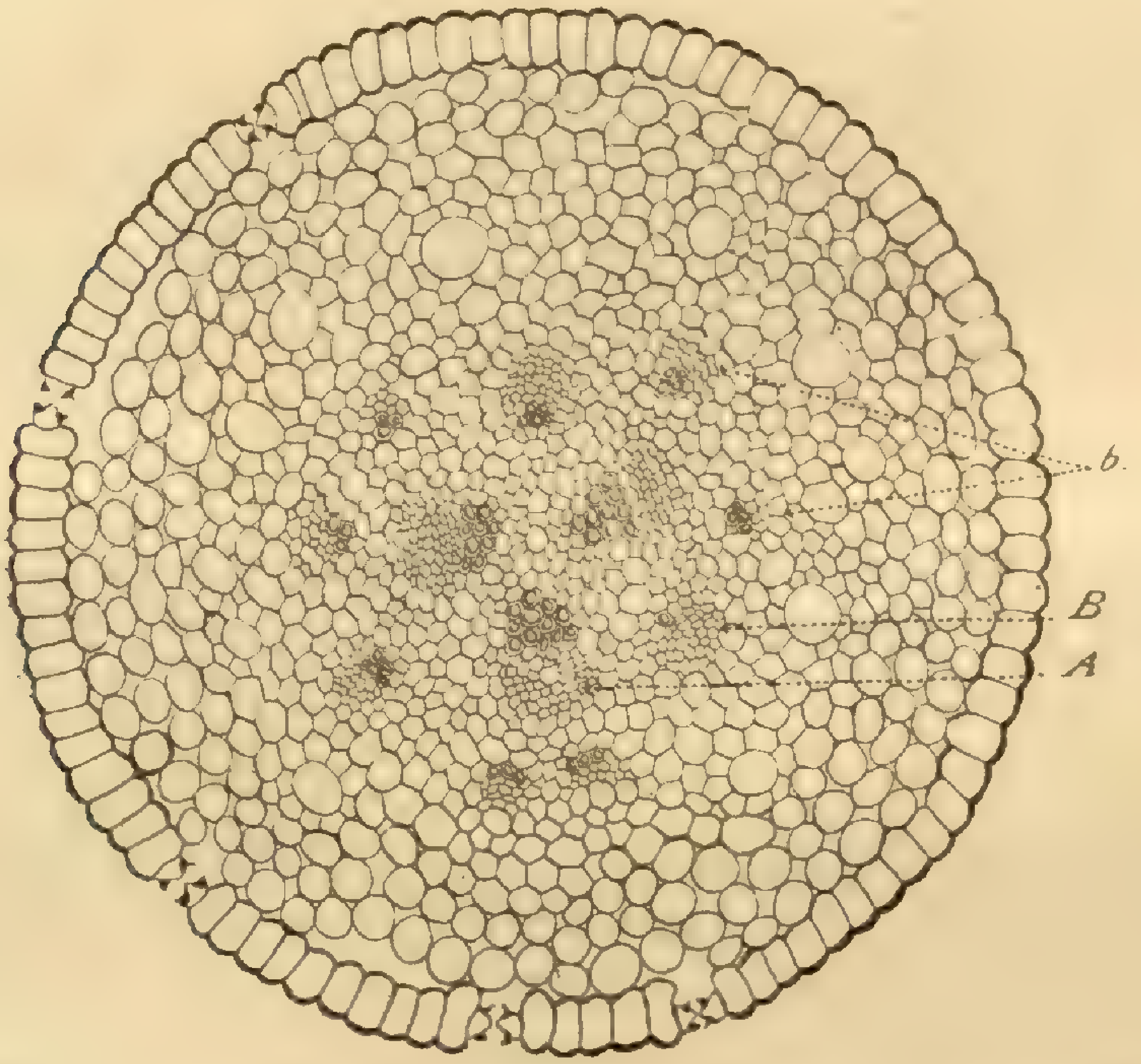


Fig. 10. — Coupe transversale du pédoncule d'*Uropetalum serotinum*.

Les faces internes et externes sont fortement épaissies et portent des becs cutinisés aigus et très proéminents dans la chambre sous-stomatique. Les cellules annexes sont un peu plus grandes que les autres cellules épidermiques.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme dans les genres décrits, mais les pièces du périanthe reçoivent chacune *trois faisceaux*. Par ce caractère, le genre *Uropetalum* est bien distinct de ces genres. Le système fasciculaire du pistil diffère également, d'abord, par la forme des faisceaux dorsaux des carpelles et par une ramification plus intense des petites nervures secondaires qui innervent les parois de l'ovaire.

Les glandes septales également très nettes, s'étendent peu dans le sens radial et laissent une faible fente entre elles.

Chaque loge de l'ovaire renferme une série de deux ovules, anatropes, presque horizontaux, se recouvrant les uns les autres par leur raphé.

Le tissu conducteur est mieux caractérisé que dans les autres genres, il se présente sous la forme de papilles très allongées recouvrant les placentas qui proéminent fortement dans la loge et forment une sorte de coussinet sous le micropyle.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme, outre les raphides d'oxalate de calcium, d'énormes cellules à huiles essentielles, de véritables poches sécrétrices.

L'épiderme recouvrant extérieurement l'ovaire est lisse.

⁂

Le genre *Uropetalum* est mentionné dans *Institutiones Rei Herbariæ* par Tournefort ; cet auteur le classe dans la tribu des Hyacinthiées qui comprend aussi le genre *Ornithogalum*. Bartling réunit les genres *Bellevalia*, *Hyacinthus*, *Muscari*, *Uropetalum* et *Ornithogalum* dans le sous-ordre *Scillea* à côté des genres *Scilla*, *Eucomis* et *Allium*. Endlicher classe l'*Uropetalum* à côté du genre *Hyacinthus* dans la tribu des Hyacinthiées. Baillon réunit ce genre au *Muscari* dans sa tribu des Scillées. Bentham et Hooker, ainsi qu'Engler considèrent l'*Uropetalum* comme une section du genre *Dipcadi*. Par contre, Grenier et Godron ainsi que Rouy, lui laissent la valeur d'un genre. Rouy le place dans la tribu des Dipcadiées, tandis que Grenier et Godron le rangent dans la tribu des Discospermées.

Je partage la manière de voir de ces deux auteurs. La structure du pédoncule ainsi que celle de la fleur permettent non seulement de distinguer ce genre des genres déjà décrits, mais permettent aussi de l'en éloigner et de le classer dans une tribu à part, voisine de la tribu des Muscariées.

Genre *UROPÉTALUM* Ker. Espèce *U. serotinum* Ker

1. Pédoncule a 3 zones de faisceaux : 3 grands + 3 petits alternes + 3 groupes alternes de 2 fascicules.

Gaine de petites cellules étroite, ne dépassant pas le cercle externe des faisceaux 2-3 rangées de poches sécrétrices oléifères. Cellules épidermiques à faces externes bombées.

Stomates très nombreux, larges, en coupe transversale, très petits par rapport aux cellules annexes. Cuticule lisse.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 3 faisceaux. 1 faisceau dorsal + un grand nombre de fascicules dans les parois des carpelles. Ovules anatropes, horizontaux, à miropyle latéral, insérés par séries de 2.

Glandes septales présentes, tissu conducteur bien différencié, formant coussinet sous le micropyle.

III. — TRIBU DES URGINÉES

5. — Genre *URGINEA* Steinh.

Urginea undulata Steinh.

Pédoncule. — La section est arrondie, elliptique. Le diamètre varie entre 880-960 µ environ.

Le système fasciculaire se compose de trois grands et larges faisceaux disposés en triangle (fig. 11). Chacun d'eux est entouré par trois assises de petites cellules. Par le nombre des faisceaux du pédoncule, cette plante se rapproche des genres *Muscari* et *Bellevalia*, notamment du *B. trifoliata ;* elle en diffère, cependant, par la forme des faisceaux et leurs dimensions plus grandes. Mais ce qui éloigne le genre *Urginea* des genres *Bellevalia* et *Muscari*, c'est l'absence de la gaine de petites cellules, si nette dans les pédoncules de ces deux plantes.

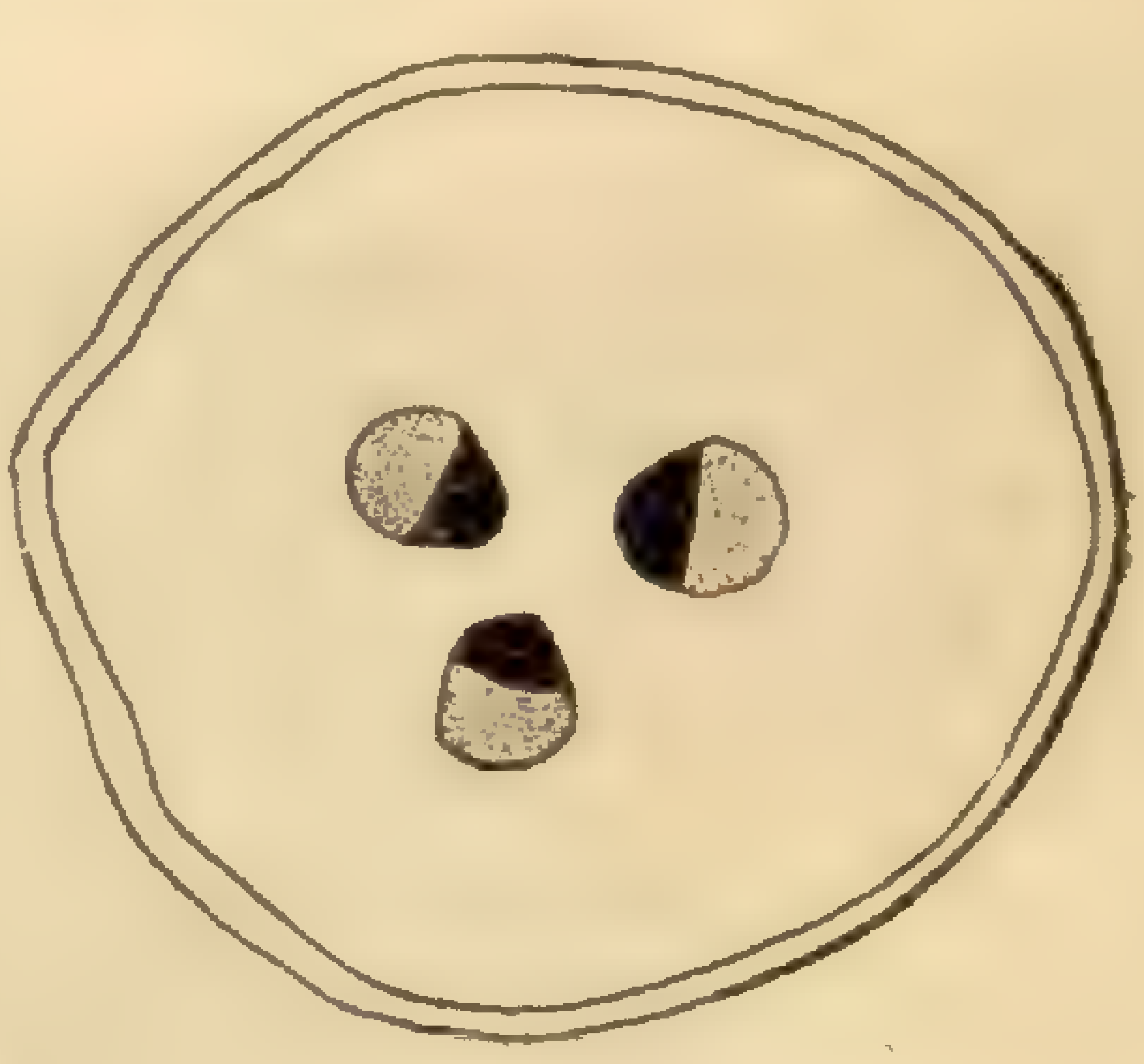


Fig. 11. — Coupe transversale du pédoncule d'*Urginea undulata*.

L'écorce se compose de 7-8 assises de parenchyme ne présentant aucun caractère particulier.

L'épiderme est constitué par des cellules assez étirées dans le sens radial. Leurs parois externes sont légèrement bombées, un peu épaissies et revêtues d'une cuticule à peine ondulée.

Les stomates, assez nombreux, sont situés tout à fait à la surface de l'épiderme et présentent des dimensions extrêmement faibles par rapport aux cellules annexes. Les parois internes et externes des cellules stomatiques sont fortement épaissies.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur se fait comme chez les *Muscari*, *Belleralia* et *Hyacinthus*. La trace des sépales et des pétales se compose également d'*un seul* faisceau. Le système fasciculaire du pistil rappelle celui des espèces précédentes.

Ainsi, non seulement par les caractères du pédoncule, mais également par ceux de la fleur, ce genre se rapproche des genres cités. Les glandes septales très nettes, sont fortement allongées dans le sens radial, mais peu caractérisées.

Chaque loge de l'ovaire renferme des séries de deux ovules horizontaux, anatropes, à funicule court. Les placentas les entourent à leur base comme une sorte de collerette tapissée par le tissu conducteur constitué par des papilles digitiformes.

Les parois des carpelles renferment d'énormes cellules à raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme des feuilles carpellaires est à peine papilleux.

Urginea anthericoides Steinh.

Pédoncule. — La section est arrondie, de contour ondulé. Le diamètre est de 840-880 μ environ.

Le système fasciculaire se compose de trois faisceaux comme dans l'espèce-type. Ces deux plantes diffèrent l'une de l'autre par des caractères anatomiques insignifiants et se montrent ainsi très voisines. La différence essentielle consiste dans la forme des faisceaux plus larges dans le pédoncule d'*U. anthericoides*, dans la disposition du liber dont la masse est plus étalée en éventail chez cette dernière espèce et dans les proportions moins grandes de ce dernier élément dans les faisceaux d'*U. anthericoides*. L'écorce présente les mêmes caractères. De plus, les deux espèces se rapprochent par les caractères de l'épiderme et de l'appareil stomatique construits sur le même type.

Fleur. — Le système fasciculaire de la fleur ressemble également à celui de l'*U. undulata*. Les faisceaux qui le composent sont simplement plus forts, l'ovaire de cette plante étant plus grand. Il en diffère, de plus, par l'absence des rameaux fasciculaires qui longent les glandes septales dans la région externe des cloisons et par la forme des faisceaux dorsaux des carpelles.

Urginea fugax Steinh.

Pédoncule. — La section est également arrondie et le diamètre est d'environ 720-800 μ.

Par la structure du pédoncule cette espèce est extrêmement voisine d'*U. undulata* et d'*U. anthericoides*. Le système fasciculaire renferme également trois faisceaux, disposés en triangle, mais ces faisceaux se distinguent facilement de ceux que j'ai décrits chez les espèces précitées par leurs dimensions moins grandes et par le nombre moins élevé des vaisseaux. Les cellules épidermiques sont plus bombées à l'extérieur et plus fortement cutinisées. Les stomates sont construits sur le même type.

Fleur. — Par les caractères anatomiques de la fleur, l'*Urginea fugax* se rapproche surtout de l'*U. undulata*. Il s'en distingue pourtant par l'absence de faisceaux dans les cloisons de l'ovaire, par la forme des faisceaux dorsaux des carpelles et par les glandes septales moins allongées radialement. Les ovules présentent une forme plus globuleuse.

Le genre *Urginea* est classé par Tournefort, et, plus tard, par Bentham et Hooker dans la tribu des Scillées, non loin du genre *Scilla*. Endlicher le laisse au voisinage du genre *Scilla*, mais les deux genres rentrent dans la tribu des *Hyacinthiées*. Engler le classe entre les genres *Albuca* et *Galtonia* dans le groupe des Lilioïdées-Scillées.

Rouy a, par contre, créé une tribu spéciale, celle des Urginées. Cette dernière manière de voir concorde parfaitement avec les données anatomiques ; les espèces que je viens d'étudier se ressemblent extrêmement au point de vue de la structure, de telle sorte que d'une part le genre présente une grande homogénéité, tandis que d'autre part, il se distingue facilement des genres voisins.

Enfin, nous avons vu que par certains caractères importants, les *Urginea* se rapprochent des *Muscari*.

Quelques auteurs ont confondu certaines espèces d'*Urginea* avec diverses espèces de *Scilla* et parfois même avec l'*Anthericum*. En traitant chacun de ces genres, j'indiquerai si cette synonymie est bien fondée.

Le genre *Urginea* peut donc être caractérisé ainsi :

1. **Pédoncule** à 3 faisceaux disposés en triangle. Pas de gaine de petites

cellules autour de tous les faisceaux, mais autour de chaque faisceau. Cellules épidermiques bombées. Cuticule ondulée. Stomates nombreux, superficiels.

2. FLEUR. Trace de chaque pièce du périanthe = 1 faisceau. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal + 2 branches placentaires + 1-2 fascicules pour les parois des carpelles. Glandes septales présentes, bien allongées radialement. Ovules anatropes, horizontaux, insérés par séries de 2, à micropyle latéral. Tissu conducteur assez bien différencié en papilles digitiformes. Raphides d'oxalate dans le mésophylle des carpelles. Epiderme externe de l'ovaire légèrement papilleux.

1. Pédoncule à 3 faisceaux allongés en coupe transversale, liber en éventail. Faisceaux dorsaux du pistil, et fascicules, longeant les glandes septales, nombreux. . . . . *U. undulata* Steinh

2. Pédoncule à 3 faisceaux élargis en coupe transversale. Pas de faisceaux longeant les glandes septales dans le pistil. . . . . *U. anthericoides* Steinh.

3. Pédoncule à 3 faisceaux arrondis en coupe transversale. 1 faisceau dorsal par carpelle. Pas de fascicules dans les parois carpellaires . . . . *U. fugax*. Steinh.

IV. — TRIBU DES SCILLÉES

6. — Genre *SCILLA* L.

Scilla verna Huds.

PÉDONCULE. — La section du pédoncule est circulaire, de contour légèrement ondulé. Son plus grand diamètre est de 640 μ environ.

Le système fasciculaire se compose de 6 faisceaux disposés en deux triangles alternes (fig. 12).

Par la disposition des faisceaux, *Scilla verna* se rapproche des *Hyacinthus*, mais en diffère par le nombre, la forme des faisceaux et par la disposition des éléments libéro-ligneux. Ici le bois n'enveloppe pas le liber ; de plus, ce dernier forme un massif arrondi et non triangulaire comme chez les *Hyacinthus*. En outre, les *éléments libériens les plus externes présentent des parois fortement épaissies* à l'inverse de ce qu'on observe chez les *Hyacinthus*. Comme dans tous les genres précédents, il existe des cloisonnements secondaires : une assise génératrice très nette fonctionne à l'intérieur des plus gros faisceaux *A*, constituant le triangle interne.

Le triangle externe renferme 3 petits faisceaux *B*, formés de 1-3 vaisseaux et quelques cellules libériennes ou réduit à quelques cellules de liber.

La gaine de petites cellules est extrêmement nette et s'étend sur

3-4 assises. Elle est légèrement collenchymateuse et renferme des cellules sécrétrices à huiles essentielles, disposées sans ordre. La région centrale est plus réduite que chez les *Hyacinthus*.

L'écorce s'étend sur 6-7 assises d'un côté et sur 8-9 assises de l'autre. Elle renferme également des cellules à huiles essentielles.

L'épiderme se compose de cellules étroites, à parois externes fortement bombées, à l'inverse des cellules épidermiques des *Hyacinthus*, très aplaties extérieurement. La cuticule est assez épaisse et finement ondulée. Les stomates, nombreux, sont légèrement plus petits que les cellules annexes et à peine enfoncés. Leurs faces internes et externes portent des épaississements paraissant très obliques sur des coupes transversales et des petits becs cutinisés. Ils diffèrent des stomates des *Hyacinthus* par leur forme.

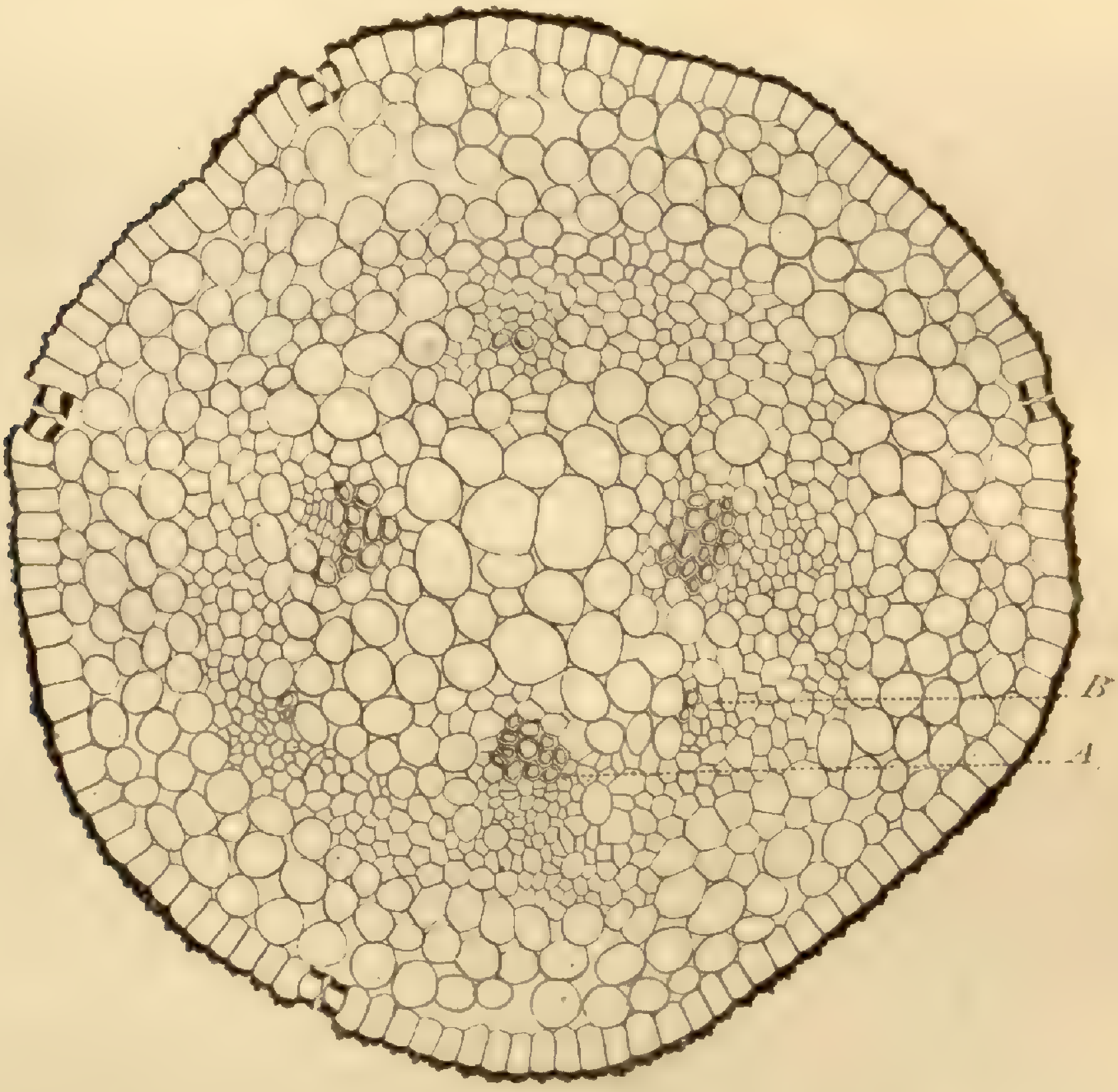


Fig. 12. — Coupe transversale du pédoncule de *Scilla verna*.

FLEUR. — Dans la fleur, les faisceaux se distribuent comme dans les fleurs d'*Hyacinthus*. La trace de chaque pièce du périanthe se compose d'*un faisceau*. Il existe un faisceau dorsal par carpelle, deux branches placentaires pour chaque loge de l'ovaire et un rameau fasciculaire de part et d'autre des glandes septales. Par le système fasciculaire de la fleur, le genre *Scilla* est très voisin du genre *Hyacinthus*. Les glandes septales sont également très nettes, mieux caractérisées par leur épiderme franchement épaissi.

Chaque loge de l'ovaire renferme des séries de deux ovules anatropes, horizontaux, à raphés opposés, parfois se recouvrant légèrement les uns les autres.

Dans la région supérieure, les carpelles se disjoignent par leurs bords internes et portent sur les bords de courtes papilles de tissu conducteur.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme quelques cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est transformé en papilles globuleuses.

Scilla italica L.

Pédoncule. — La section du pédoncule est circulaire, de contour ondulé. Son plus grand diamètre est de 960 μ environ.

Le système fasciculaire se compose comme dans l'espèce précédente de trois grands faisceaux *A* disposés en triangle et de trois petits *B* disposés en triangle alterne et légèrement externe au premier (fig. 13). De plus, 4 à 6 minuscules faisceaux *b* se trouvent rangés en cercle un peu en dehors du triangle externe de faisceaux. Par la présence de ces rameaux fasciculaires, *S. italica* diffère nettement de *S. verna*. A ce caractère s'ajoute celui des dimensions plus grandes des faisceaux. Comme dans le *S. verna*, le liber forme un petit massif arrondi. La région centrale est fortement lacuneuse, quelquefois complètement résorbée.

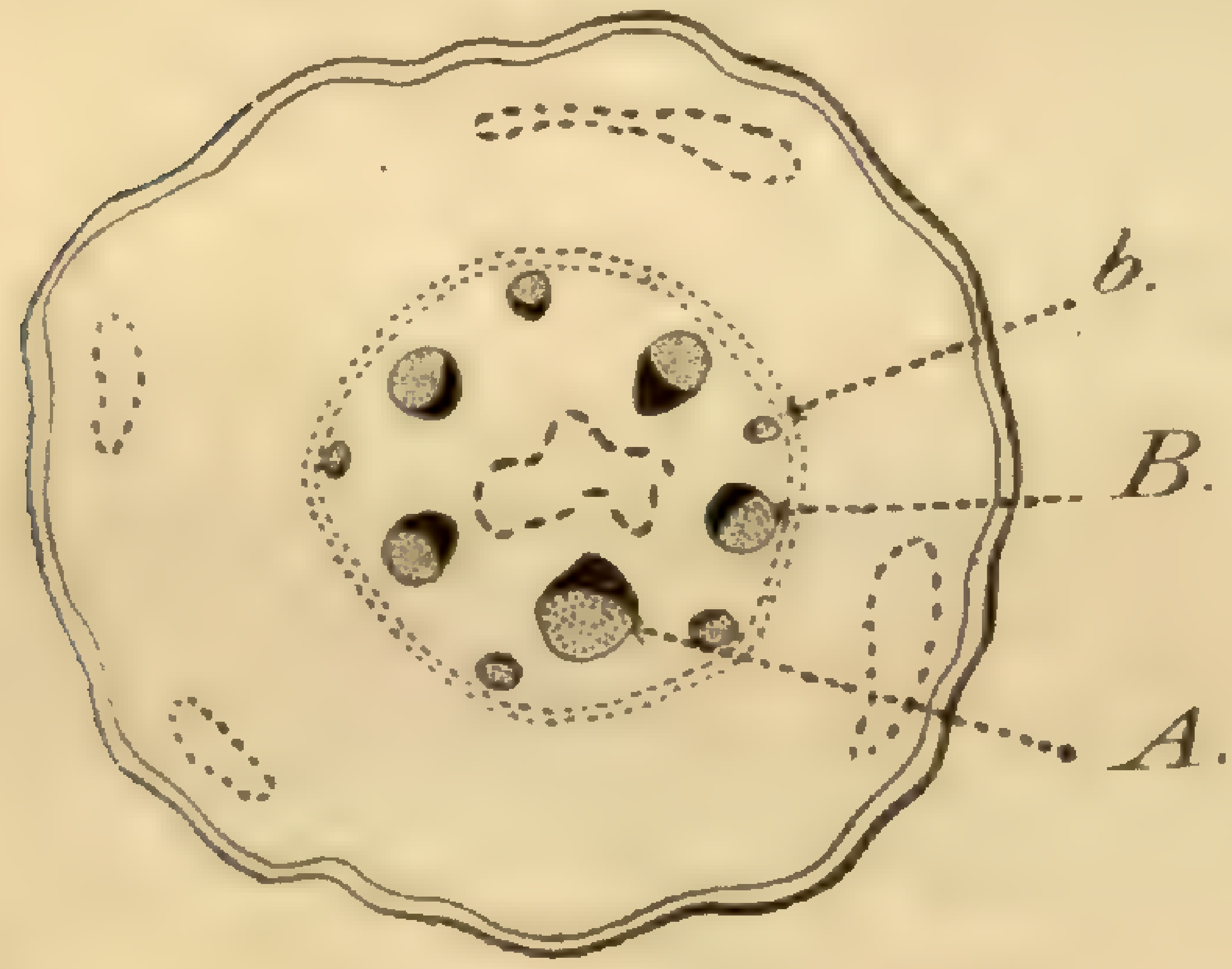


Fig. 13. — Coupe transversale du pédoncule de *Scilla italica*.

La gaine de petites cellules existe très nette et s'étend sur 2-3 assises, mais les cellules possèdent des parois très minces.

L'écorce constituée par 5-6 assises de parenchyme ordinaire est également très lacuneuse.

L'épiderme se compose de cellules un peu moins étroites que dans le *S. verna,* également fortement bombées à l'extérieur, mais les parois internes, aussi bien que les parois externes, sont moins épaissies. La cuticule est fine et beaucoup moins ondulée.

Les stomates, nombreux, ressemblent par leur forme aux stomates du pédoncule de *S. verna,* mais en diffèrent par le moindre épaississement des faces internes et externes des cellules stomatiques.

Fleur. — Le mode de distribution des faisceaux dans la fleur est exactement le même que dans la fleur de *S. verna,* de sorte que le système fasciculaire de la fleur présente une très grande ressemblance avec celui de l'espèce précédente. Les deux espèces se rapprochent par le caractère des glandes septales, du tissu conducteur et par la forme des ovules. Extrêmement voisines par les caractères morphologiques, elles le sont également par les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur, et doivent être placées l'une à côté de l'autre.

Scilla obtusifolia **Poiret**.

Pédoncule. — La section du pédoncule est arrondie et de contour régulier. Son diamètre plus grand que celui des espèces étudiées, est de 1120 μ environ.

Le système fasciculaire se compose comme dans les autres espèces de trois grands faisceaux *A* disposés en triangle, mais de dimensions plus grandes que dans les espèces précitées (fig. 14). Le massif libérien est plus gros. Les cellules libériennes ont, comme dans les *Scilla* étudiées, des parois épaissies.

On observe également trois petits faisceaux *B* disposés en triangle externe et alterne avec le premier. De plus, comme dans le pédoncule de *S. italica,* il existe 2-3 minuscules rameaux fasciculaires *b* en dehors du cercle externe.

La région centrale est également lacuneuse, moins cependant que dans le pédoncule de *S. italica.* La gaine de petites cellules se réduit à une ou deux assises.

L'écorce se compose de 6 à 7 assises de parenchyme lacuneux.

Les lacunes sont grandes et étirées radialement. L'épiderme est constitué par des cellules étroites, à faces externes moins bombées que dans les deux espèces étudiées. La cuticule est également finement ondulée.

Les stomates, nombreux, sont construits sur le même type que dans les autres espèces et n'en diffèrent que par leurs dimensions plus grandes.

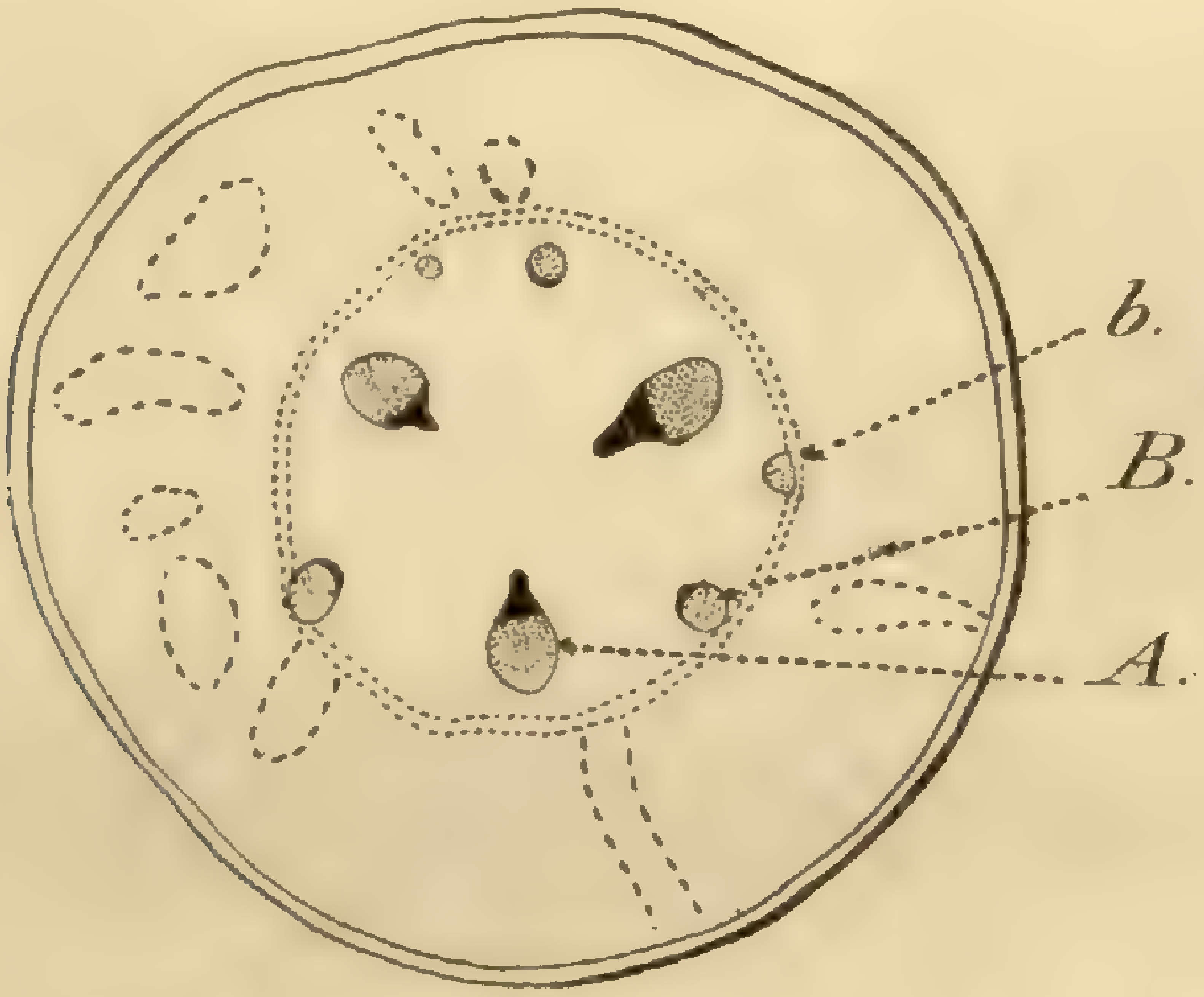


Fig. 14. — Coupe transversale du pédoncule de *Scilla obtusifolia*.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme dans les espèces déjà décrites, de sorte que le système fasciculaire présente une très grande ressemblance.

L'ovaire possède des dimensions plus grandes. Les ovules s'insèrent de la même manière et présentent une forme globuleuse, comme dans les autres espèces.

Les glandes septales existent très nettes, mais elles sont disposées beaucoup plus près du centre de la fleur que chez *S. italica*. Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme des cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme de l'ovaire est également papilleux.

Scilla Lilio-Hyacinthus L.

Pédoncule. — La section du pédoncule est légèrement elliptique, son plus grand diamètre est de 920 μ environ.

Le système fasciculaire se compose de trois grands faisceaux *A*, disposés en triangle étiré dans le sens du plus grand diamètre et présentant des dimensions plus réduites que les mêmes faisceaux des autres espèces (fig. 15). Comme dans ces espèces, le liber est à parois épaissies, il se présente en petit massif très aplati, se rapprochant ainsi par cette disposition des faisceaux de *S. verna* et *S. italica*. En dehors et en alternance avec ces faisceaux, on observe 3 faisceaux *B* plus petits. De plus, comme dans les pédoncules de *S. italica* et *S. obtusifolia,* il existe 3 minuscules rameaux disposés un peu en dehors du triangle externe des faisceaux. La région centrale, à l'inverse de ce que j'ai observé dans les pédoncules de *S. obtusifolia* et *S. italica* n'est pas lacuneuse.

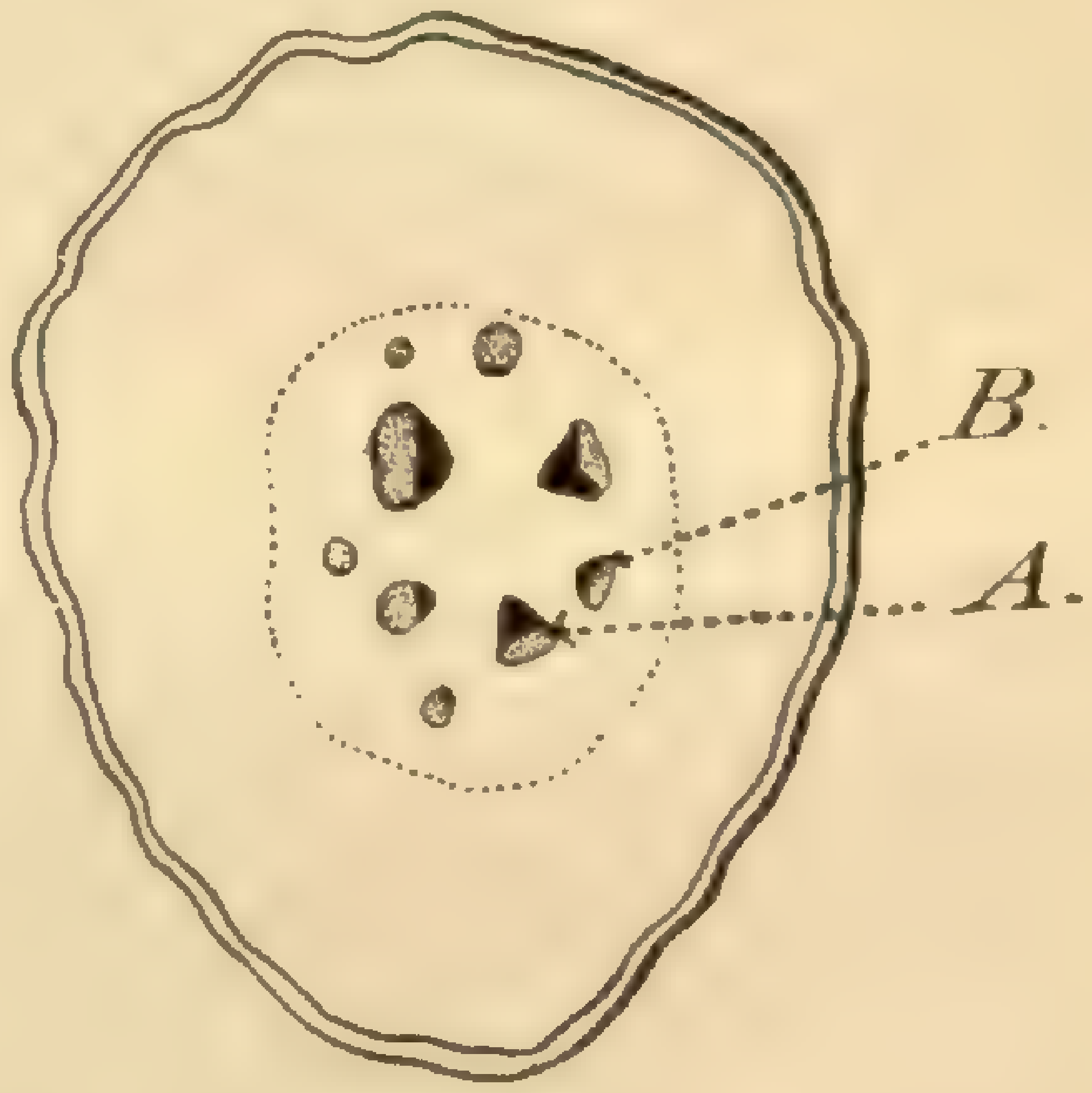


Fig. 15. — Coupe transversale du pédoncule de *Scilla Lilio-Hyacinthus*.

La gaine de petites cellules est extrêmement nette et s'étend sur 3 ou 4 assises. L'écorce moins lacuneuse que dans ces autres espèces, plus développée d'un côté, s'étend sur 7 ou 8 assises.

L'épiderme se compose de cellules de diamètre différent, à faces externes très bombées et très peu épaissies ; la cuticule est presque lisse. Les stomates sont également très nombreux.

Les cellules stomatiques présentent la particularité d'être non seulement très superficielles, mais parfois fortement proéminentes en dehors. Par leur forme, elles ressemblent à celles des espèces décrites.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue suivant le même schéma que dans les espèces déjà décrites.

Le système fasciculaire de la fleur présente donc une grande ressemblance avec celui des autres espèces ; il est cependant plus riche en petites branches fasciculaires qui parcourent les carpelles.

On en trouve deux de part et d'autre des glandes septales, ainsi que dans la région dorsale de chaque carpelle ; on observe un fascicule de part et d'autre de chaque faisceau dorsal des carpelles.

Par la forme et le mode d'insertion des ovules, *S. Lilio-Hyacinthus* se rapproche des espèces décrites. Les glandes septales existent, très nettes, situées très près du centre de la fleur, comme chez le *S. italica*. Le tissu conducteur présente les mêmes caractères et forme un petit bourrelet circulaire autour des ovules.

Le mésophylle des carpelles renferme des cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est papilleux.

Scilla autumnalis L.

PÉDONCULE. — La section du pédoncule est circulaire, de contour ondulé. Son diamètre est beaucoup plus faible que celui des autres espèces, il est de 560 μ environ.

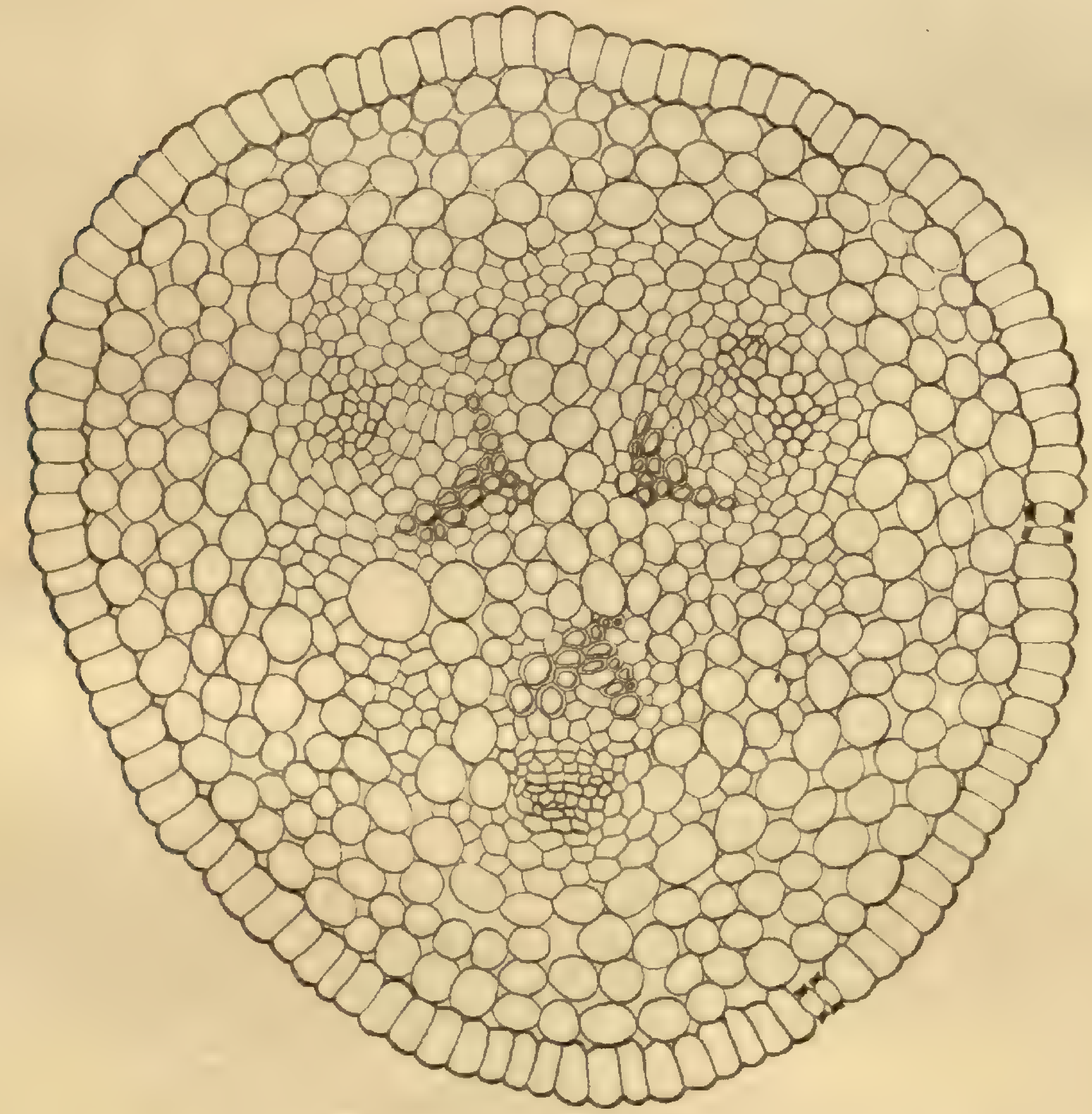


Fig. 16. — Coupe transversale du pédoncule de *Scilla autumnalis*.

Le système fasciculaire diffère de celui de toutes les autres espèces décrites et ne comprend que trois grands faisceaux disposés en triangle (fig. 16). Par contre, leur forme, leur constitution, le liber à parois épaissies rapprochent cette espèce des espèces étudiées. On observe également une assise génératrice, fonctionnant à l'intérieur des faisceaux. La gaine de petites cellules est très nette et s'étend sur 3 à 4 assises L'écorce, peu lacuneuse, se compose de 3 à 4 assises de parenchyme ordinaire. Par les caractères de l'épiderme et ceux des stomates, *S. autumnalis* se rapproche des espèces précitées.

Fleur. — Sous la fleur, les trois faisceaux du pédoncule s'élargissent et s'anastomosent en un anneau libéro-ligneux. La distribution des faisceaux dans les pièces florales s'effectue comme dans les autres espèces de *Scilla*. Par la forme des ovules, par les caractères des glandes septales très nettes, fortement allongées, *S. autumnalis* est très voisine des *Scilla* étudiés.

Les espaces interseptaux sont plus larges que dans les autres espèces. Le tissu conducteur présente des caractères également semblables. Il existe aussi des cellules à raphides d'oxalate de calcium dans le mésophylle des feuilles carpellaires. L'épiderme externe de l'ovaire est transformé en papilles globuleuses.

En résumé, par un très grand nombre de caractères du pédoncule et de la fleur, *Scilla autumnalis* se rapproche des espèces étudiées du même genre. Elle s'en distingue cependant par un caractère extrêmement important, celui du nombre des faisceaux constituant le système fasciculaire. Il semble que c'est une raison assez valable pour diviser le groupe que constitue le genre *Scilla* en deux sections. L'une comprendrait *S. verna*, *S. italica*, *S. obtusifolia*, *S. Lilio-Hyacinthus*, tandis que, dans la deuxième, on placerait *S. autumnalis*.

Mes observations vont à l'encontre de la subdivision du genre *Scilla*, telle que la conçoit Engler qui réunit dans la même section le *S. autumnalis* et le *S. verna*, par exemple. J'ai dit plus haut que quelques auteurs ont confondu le genre *Scilla* et le genre *Urginea*. Ces deux genres sont, en effet, très voisins au point de vue anatomique. Le système fasciculaire du pédoncule d'*Urginea* se rapproche surtout de *S. autumnalis* par le nombre de faisceaux. Mais leur forme, leur constitution ainsi que la présence d'une gaine de petites cellules très nette dans le pédoncule de *S. autumnalis* et l'absence de cette gaine dans le pédoncule de toutes les *Urginea* étudiées permettent de distinguer facilement les deux genres. Toutefois, *S. autumnalis* peut être considéré comme une espèce de liaison entre ces deux genres.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez les genres déjà étudiés. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul* faisceau. Par la disposition du système fasciculaire de la fleur, *S. verna* est très voisin des espèces de *Scilla* décrites. Il en diffère par la forme des faisceaux dorsaux des carpelles et par une plus grande quantité de fascicules qui vascularisent les parois du pistil.

Les glandes septales sont courtes comme dans le pistil des *Scilla* et peu différenciées.

Chaque loge de l'ovaire renferme des séries de deux ovules anatropes, horizontaux, se touchant par leurs raphés.

Le tissu conducteur est peu différencié et se présente sous la forme de courtes papilles, recouvrant les placentas.

L'épiderme externe de l'ovaire est légèrement papilleux.

7. — Genre *ENDYMION* Dumort.

Endymion nutans Dumort.

Pédoncule. — La section est circulaire, à contour très ondulé. Son diamètre est de 960 µ environ.

Le système fasciculaire se compose de trois grands faisceaux *A* disposés en triangle (fig. 17). En dehors et en alternance avec ces 3 grands faisceaux, on observe 3 petits rameaux fasciculaires B. Comme dans quelques *Scilla*, un côté du pédoncule est plus développé que l'autre, de ce côté il existe un peu à l'extérieur de la deuxième zone de faisceaux, 1-2 petits fascicules tout à fait au début de leur différenciation. Par la disposition et le nombre des faisceaux du pédoncule, le genre *Endymion* est extrêmement voisin du genre *Scilla*, cependant par la forme et la constitution des faisceaux, ce genre diffère du genre précédent.

Les faisceaux aussi bien les grands que les petits sont plus riches en vaisseaux ; de plus, ici, il n'existe pas de liber dur. La gaine de petites cellules est plus nette, elle se compose de 2 à 3 assises, les parois des cellules qui la constituent sont très minces. Tous ces caractères réunis permettent de laisser à *Endymion* la valeur d'un genre. L'écorce s'étend tout autour sur 4 à 5 assises et se compose de parenchyme rond, très lacuneux, surtout sous l'épiderme. Celui-ci est constitué par des cellules, plus petites que celles de l'écorce, étroites, faiblement épaissies sur les parois internes ; les faces externes portent, au contraire, un fort épaississement et sont recouvertes par une cuticule finement ondulée.

Les stomates sont peu nombreux. Les cellules stomatiques, plus petites que les autres cellules épidermiques, présentent sur leurs faces internes et externes des épaisisssements et des petits becs cutinisés.

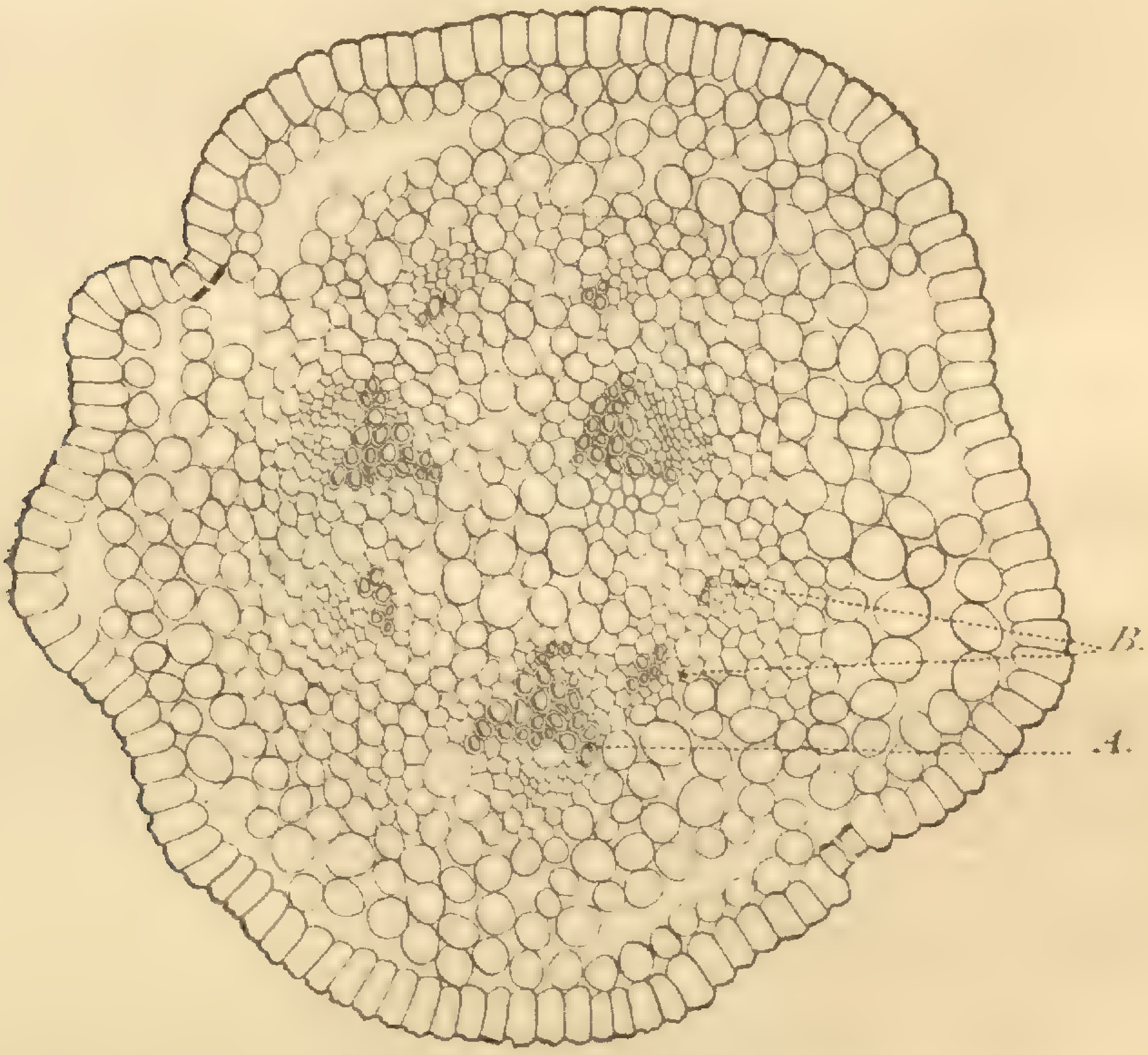


Fig. 17. — Coupe transversale du pédoncule d'*Endymion nutans*.

Par leur forme, ils diffèrent des stomates des *Scilla* déjà étudiées.

Endymion patulus Dumort.

Pédoncule. — La section est circulaire, de contour ondulé. Leur diamètre est de 1120 μ environ.

Par la structure du pédoncule, cette espèce est extrêmement voisine d'*Endymion nutans*. Les différences que l'on observe sont pour ainsi dire insignifiantes. Toutefois, les deux espèces se distinguent par le fait que le système fasciculaire d'*E. patulus* est très régulier ; il n'existe pas entre les deux triangles de faisceaux (fig. 18) de petits rameaux fasciculaires, comme chez l'*E. nutans*.

Les faisceaux ont une forme un peu plus allongée, le massif libérien est moins aplati, les vaisseaux sont groupés suivant le rayon, et non suivant la tangente.

La gaine de petites cellules est très nette et légèrement collenchymateuse. L'écorce est également très lacuneuse, surtout au voisinage de l'épiderme. Les caractères de l'épiderme sont exactement les mêmes dans les deux espèces.

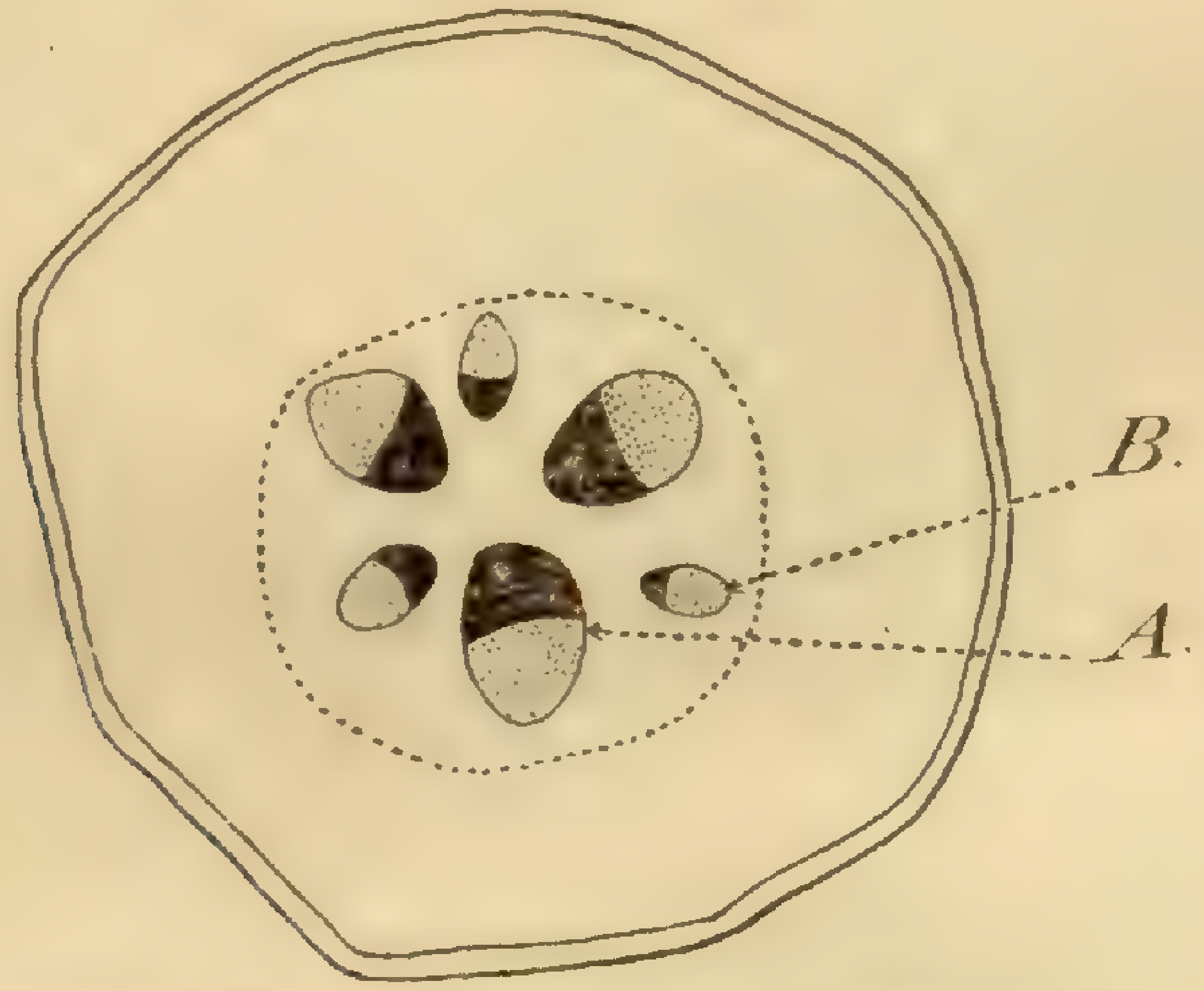


Fig. 18. — Coupe transversale du pédoncule d'*Endymion patulus*.

Fleur. — Par les caractères anatomiques de la fleur, l'*E. patulus* est aussi extrêmement voisin de l'*E. nutans*. On ne peut signaler comme caractères différentiels que la forme plus élargie des faisceaux dorsaux des carpelles et la forme plus globuleuse des ovules.

Comme on vient de voir, le genre *Endymion* est très voisin du genre *Scilla* et vient, tout naturellement, se placer dans la même tribu, celle des Scillées. Cette manière de voir vient à l'encontre de la classification de Rouy où le genre *Endymion* fait partie de la tribu des Muscariées, de Bentham et Hooker, ainsi que d'Engler qui considèrent *Endymion* comme section du genre *Scilla* ; quant aux anciens auteurs, ils font rentrer le genre *Endymion* dans le genre *Scilla*, par exemple, *S. hispanica* Mill., *S. non-scripta* (L.) Hoffm. et Link, *S. nutans* Smith, etc.

En résumé, la Tribu des Scillées peut être caractérisée de la manière suivante :

1. Pédoncule à 3-9 faisceaux disposés en 1-2 zones. Gaine de petites cellules collenchymateuse ou à parois minces. Tissu conjonctif plus ou moins lacuneux. Cellules épidermiques bombées extérieurement. Cuticule lisse ou ondulée. Cellules sécrétrices sans localisation spéciale.

2. Fleur. Trace des sépales et des pétales = 1 faisceau. Système fasciculaire du pistil = 1-3 faisceaux dorsaux des carpelles + 2 branches placentaires et 1 faisceau dans la région interne des cloisons. Ovules nombreux, insérés par séries de 2 dans chaque loge, horizontaux, anatropes, à micropyle latéral. Glandes septales, toujours présentes, peu différenciées. Tissu conducteur peu différencié à la base de l'ovaire, en bouquet de papilles au sommet (ressemblance avec les Muscariées). Raphides d'oxalate dans le mésophylle des carpelles. Epiderme de l'ovaire à papilles globuleuses.

Genre *SCILLA* L.

1. Pédoncule à 3-9 faisceaux en 1-2 zones. Gaine de petites cellules collenchymateuse. Faisceaux à 9-15 vaisseaux. Lacunes au centre et dans l'écorce.

2. Fleur. Faisceaux dorsaux des carpelles de 1-3.

Section I. ***Pédoncule à 2 zones de faisceaux.***

1. Pédoncule à 3 grands faisceaux composant la zone interne + 3 petits dans la zone externe. Tissu conjonctif peu lacuneux. . . . . *S. verna* L.

2. Pédoncule à 3 grands faisceaux dans la zone interne + 3 plus petits + 4-6 fascicules dans la zone externe. Parenchyme très lacuneux. Souvent lacune centrale. . . . . *S. italica* L.

3. Pédoncule à 3 grands faisceaux dans la zone interne + 3 plus petits dans la zone externe + 2-3 fascicules. Lacunes corticales étirées radialement. . . . . *S. obtusifolia* L.

4. Pédoncule à 3 grands faisceaux dans la zone interne + 3 petits dans la zone externe + 5-6 fascicules. Pas de lacunes. . . . . *S. Lilio-Hyacinthus* L.

Section II. ***Pédoncule à 1 zone de faisceaux.***

1. Pédoncule à 3 grands faisceaux disposés en triangle. Parenchyme légèrement méatifère. . . . . *S. autumnalis* L.

Genre *ENDYMION* DUMORT.

1. Pédoncule à 6 faisceaux en 2 zones avec ou sans fascicules. Gaine de petites cellules collenchymateuse ou non. Grands faisceaux à 15-20 vaisseaux. Lacunes sous-épidermiques.

2. Fleur. Faisceaux dorsaux des carpelles et des parois nombreux.

1. Pédoncule à 6 faisceaux en deux zones + 2 fascicules d'un seul côté. Faisceaux élargis transversalement. Gaine de petites cellules à parois minces. Ovules allongés. . . . . *E. nutans* Dumort.

2. Pédoncule à 6 faisceaux en 2 zones sans fascicules. Faisceaux allongés radialement. Ovules globuleux . . . . *E. patulus* Dumort.

V. — TRIBU DES ORNITHOGALÉES

8. — Genre *ORNITHOGALUM* L.

Ornithogalum umbellatum L.

Pédoncule. — La section est circulaire, le diamètre est de 1360 μ environ.

Par la disposition générale du système conducteur, ce genre se rapproche du genre *Scilla*, mais en même temps par l'ensemble des caractères différentiels, il est parfaitement distinct des espèces étudiées de *Scilla*.

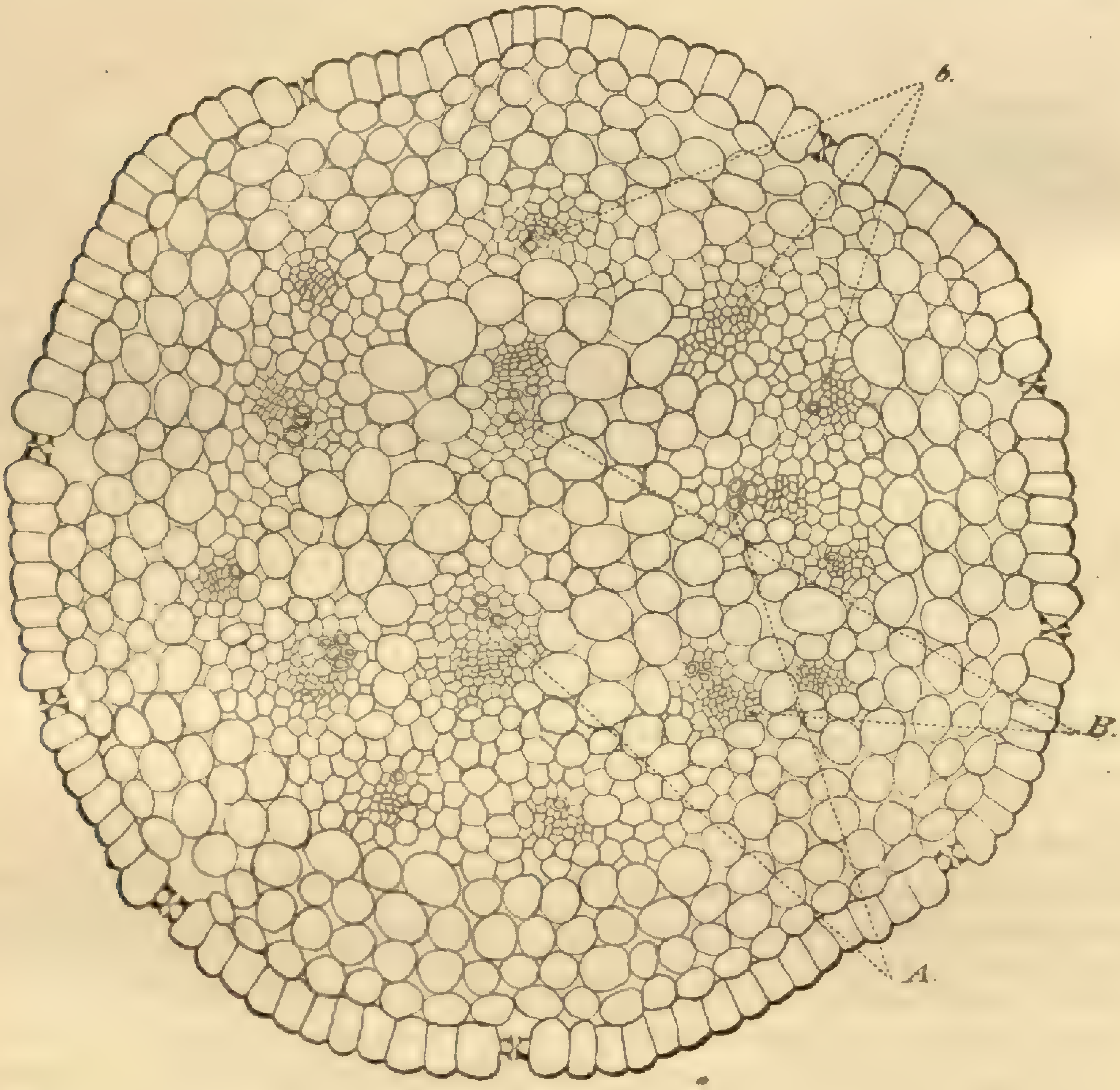


Fig. 19. — Coupe transversale du pédoncule d'*Ornithogalum umbellatum*.

Le système fasciculaire se compose, comme chez les *Scilla*, de trois grands faisceaux *A* disposés en triangle (fig. 19), mais ces faisceaux diffèrent des mêmes faisceaux des *Scilla* par leur section plus allongée, par leurs dimensions plus grandes, par une moins grande richesse en vaisseaux ; de plus, la région centrale est plus large et par conséquent les faisceaux sont bien plus éloignés les uns des autres que chez les *Scilla*.

En dehors, et en alternance avec ces faisceaux du triangle interne, on observe 3 autres faisceaux *B* plus petits.

Enfin, en dehors et autour de ces deux triangles de faisceaux, on trouve 9 fascicules rangés en cercle.

C'est par leur présence que le pédoncule d'*O. umbellatum* diffère nettement des diverses espèces de *Scilla*.

La gaine de petites cellules est plus étroite et c'est dans ce tissu que se trouvent les petits faisceaux du cercle externe.

L'écorce se compose de 4 à 5 assises de parenchyme rond renfermant, non pas des cellules à huiles essentielles, mais des cellules à raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme est constitué par des cellules plus étroites que les cellules corticales, de dimensions différentes. Leurs faces internes et externes sont très peu épaissies. La cuticule est lisse. Les stomates, fort nombreux, présentent une très petite taille par rapport aux cellules annexes. Leurs faces internes et externes, fortement épaissies, portent des becs cutinisés très fins.

FLEUR. — Sous la fleur, les faisceaux du cercle externe se dirigent par groupe de *trois* dans les sépales. Les petits faisceaux *B* passent en se divisant en *trois* rameaux fasciculaires dans les pétales La trace de chaque pièce du périanthe est donc constituée par *trois faisceaux* à l'inverse des *Scilla* où elle ne renferme qu'*un seul* faisceau. Les grands faisceaux du centre du pédoncule s'agrandissent et s'anastomosent en un anneau libéro-ligneux qui donne d'abord les faisceaux staminaux épisépales, ensuite les faisceaux staminaux épipétales. Ensuite partent les branches fasciculaires pour la région dorsale de chaque carpelle. Chacune de ces branches se divise en cinq autres. Trois d'entre elles vascularisent la partie médiane de chaque carpelle, tandis que les branches latérales se dirigent chacune dans la *région externe de chaque cloison du pistil de part et d'autre des glandes septales*. Par la présence et la situation de ces faisceaux, *Ornithogalum umbellatum* diffère nettement des *Scilla* où *ces* *faisceaux n'existent pas.* Les ovules s'insèrent par séries de 2 dans chaque loge ; ils sont de forme globuleuse, anatropes, horizontaux, à micropyle latéral. Les glandes septales, très courtes dans le sens radial, peu différenciées, se trouvent éloignées de l'axe de la fleur. Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme d'énormes cellules à raphides d'oxalate de calcium, localisées un peu partout, sauf dans les cloisons du pistil. L'épiderme externe de ce dernier est lisse.

Ornithogalum comosum L.

PÉDONCULE. — La section est également arrondie. Le diamètre est de 1080 μ environ.

Par les caractères anatomiques du pédoncule, cette espèce est extrêmement voisine de l'espèce-type. Elle n'en diffère que par le nombre moins grand de fascicules composant la zone externe.

La région centrale de l'écorce est plus lacuneuse.

L'épiderme présente les mêmes caractères et les stomates sont également construits sur le même type.

FLEUR. — Cette espèce se rapproche aussi d'*O. umbellatum* par les caractères de la fleur. Comme dans l'espèce-type, la *trace* des sépales et des pétales se compose de *trois faisceaux*. On constate, dans la partie externe des cloisons, la présence de rameaux fasciculaires, disposés comme dans l'espèce précédente.

Les glandes septales sont très nettes, quoique peu caractérisées, mais à l'inverse d'*O. umbellatum*, elles laissent une large fente entre elles. Les bords internes des carpelles restent soudés dans la partie supérieure de la fleur, comme dans le pistil d'*O. umbellatum*. Les différences principales consistent dans la forme des faisceaux dorsaux des carpelles, dans les dimensions moins grandes des faisceaux et dans la forme des ovules légèrement plus allongée.

Tous les autres caractères, tels que le tissu conducteur, l'épiderme de l'ovaire et la présence d'énormes cellules à raphides d'oxalate de calcium dans le mésophylle carpellaire, rapprochent cette espèce d'*O. umbellatum*. Et si les caractères morphologiques permettent de classer ces deux espèces l'une à côté de l'autre, comme l'a fait Engler, il en est de même des caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur.

Ornithogalum divergens Bor.

Pédoncule. — La section est circulaire, son diamètre est de 1320 µ environ.

Le système fasciculaire présente la disposition générale des deux autres espèces. Il en diffère cependant par le fait que les faisceaux du triangle moyen sont beaucoup plus éloignés des faisceaux de la zone interne (fig. 20). La zone externe est constituée par 6 petits rameaux fasciculaires. La région centrale est formée par des cellules à parois étirées dans tous les sens et laissant de grands méats entre elles. La gaine de petites cellules est large de 3 à 4 assises. L'écorce se compose de 5 assises de cellules aplaties tangentiellement et dont les dimensions décroissent en allant vers l'épiderme. Ce dernier présente les caractères signalés pour les *O. umbellatum* et *O. comosum*. Les stomates sont construits sur le même type.

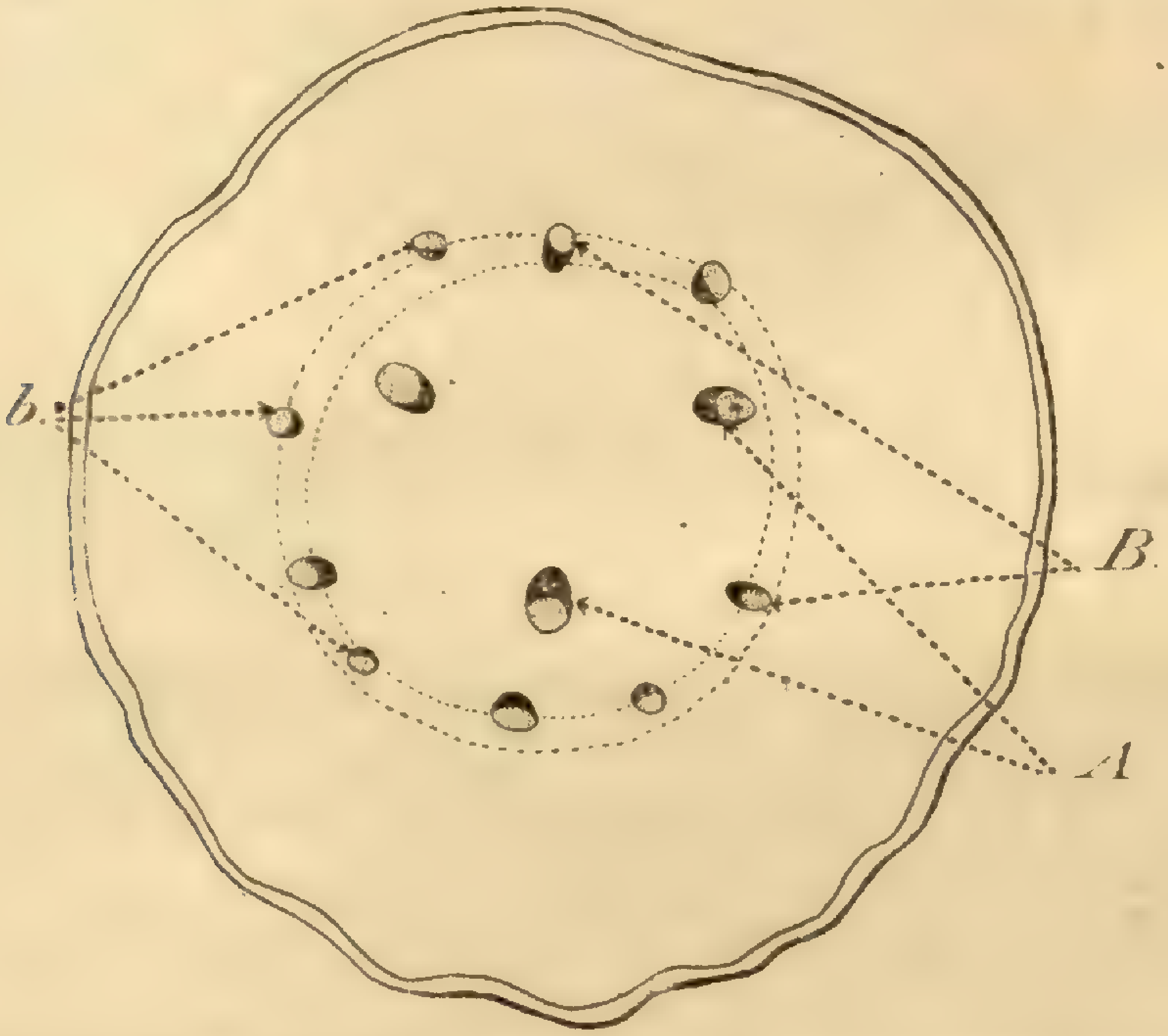


Fig. 20. — Coupe transversale du pédoncule d'*Ornithogalum divergens*.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur suit la même marche que chez les deux espèces déjà étudiées.

La *trace* des pièces périanthaires se compose de *trois faisceaux ;* les faisceaux externes des cloisons sont également disposés de la même manière. Les glandes septales sont très courtes dans le sens radial comme chez *O. umbellatum*. L'épiderme qui les recouvre est peu différencié. Les placentas et le tissu conducteur présentent les mêmes caractères que chez les deux espèces décrites. Le système fasciculaire du pistil se différencie de celui de ces deux espèces, simplement par le nombre plus grand de rameaux fasciculaires dans la partie interne des cloisons du pistil. Les ovules ne diffèrent que par leur forme très globuleuse.

Le mésophylle carpellaire renferme de grosses cellules à raphides d'oxalate de calcium. Comme dans les espèces précédentes, l'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Ornithogalum pyrenaicum L.

Pédoncule. — La section est circulaire, son diamètre est de 1000 µ environ.

Le système fasciculaire est du même type que dans les autres espèces, toutefois il en diffère par ce fait que le triangle interne des faisceaux est beaucoup plus rapproché de l'axe du pédoncule.

Le nombre de petits faisceaux de la zone externe est moins grand, on n'en trouve guère que 3 ou 4 dont un présente la particularité d'être situé beaucoup plus intérieurement que les autres.

La gaine de petites cellules ne s'étend pas en dehors du cercle externe des faisceaux. L'écorce comprend 5 à 7 assises de cellules, renfermant 1 ou 2 rangées très régulières de très grandes cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme et l'appareil stomatique sont construits sur le même plan que chez les *Ornithogalum* décrits ; par contre, la cuticule est épaisse et finement plissée.

Fleur. — Les faisceaux du pédoncule se distribuent dans la fleur comme chez les autres *Ornithogalum*. La trace des pièces du périanthe est également de *trois faisceaux*. *Les faisceaux externes des cloisons existent également*. Les ovules s'insèrent par séries de deux, le long des placentas et ceux d'une série recouvrent les ovules de l'autre série. Ils sont anatropes comme chez les espèces citées plus haut, mais présentent une forme bien plus ovale. Les glandes septales existent très nettes et s'étendent radialement beaucoup plus vers l'axe de la fleur. Les placentas et le tissu conducteur présentent les caractères semblables à ceux que j'ai observés chez les espèces déjà étudiées. Les bords internes des carpelles restent également en contact dans toute la hauteur de l'ovaire. Le parenchyme des feuilles carpellaires est bourré de raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Ornithogalum scilloides Jacq.

Pédoncule. — La section est arrondie, à contour régulier; le diamètre est de 1240 μ environ.

Par la disposition du système fasciculaire, cette plante se rapproche d'*O. pyrenaicum* et s'éloigne des *O. umbellatum*, *O. divergens* et *O. comosum*. Effectivement, comme je l'ai observé chez *O. pyrenaicum*, les faisceaux du triangle interne sont très rapprochés les uns des autres et de l'axe du pédoncule (fig. 21). De plus, le triangle moyen touche les faisceaux de la zone externe, de telle sorte qu'en réalité on n'observe que 2 zones de faisceaux bien distinctes; la zone externe ne renferme que 6 petits faisceaux en voie de dédoublement, ce qui leur donne une forme en éventail bien caractéristique. Ces faisceaux ne sont pas inclus dans la gaine de petites cellules, mais la dépassent par la moitié de leurs dimensions radiales. L'écorce se compose de 6 à 7 assises de parenchyme rond renfermant quelques cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme et les stomates sont construits comme chez la dernière espèce.

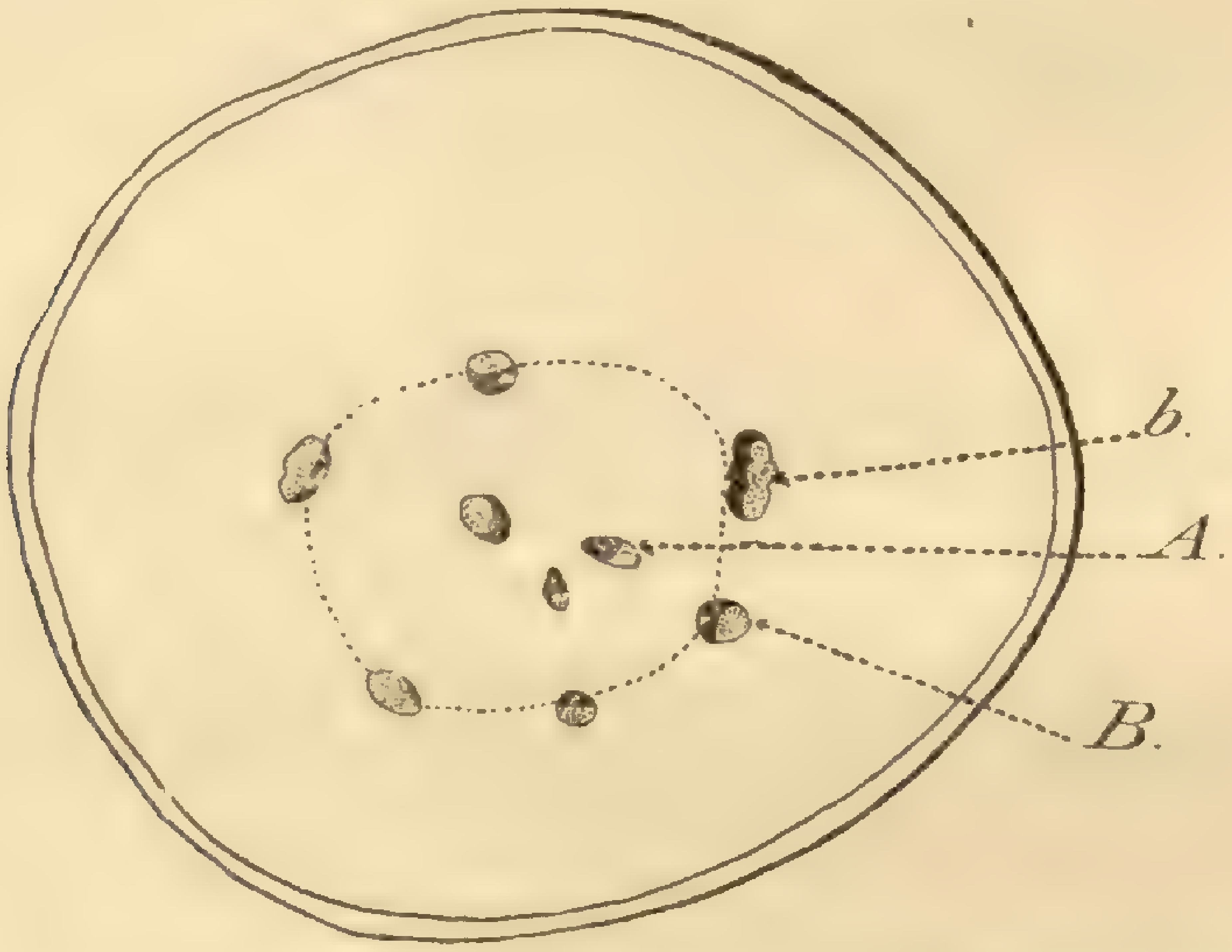


Fig. 21. — Coupe transversale du pédoncule d'*Ornithogalum scilloides*.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme dans les autres espèces; le périanthe est à *traces trifasciculées*.

Le système fasciculaire du pistil présente, par conséquent, une très grande ressemblance. Il existe également des *faisceaux externes* dans les cloisons du pistil. Les glandes septales sont très nettes et très allongées dans le sens radial, mais peu différenciées. Par tous les autres caractères, cette espèce est bien voisine de toutes celles que j'ai déjà décrites.

Les ovules ne diffèrent que par leur forme très allongée. Les cellules à raphides d'oxalate de calcium sont très nombreuses. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Ornithogalum longebracteatum Jacq.

Pédoncule. — La section est circulaire, de contour régulier, mesurant 1240 µ environ de diamètre.

Le système fasciculaire présente une disposition en deux zones, comme dans l'espèce précédente : les faisceaux de la zone interne sont très rapprochés de l'axe du pédoncule et se touchent presque entre eux (*A* fig. 22).

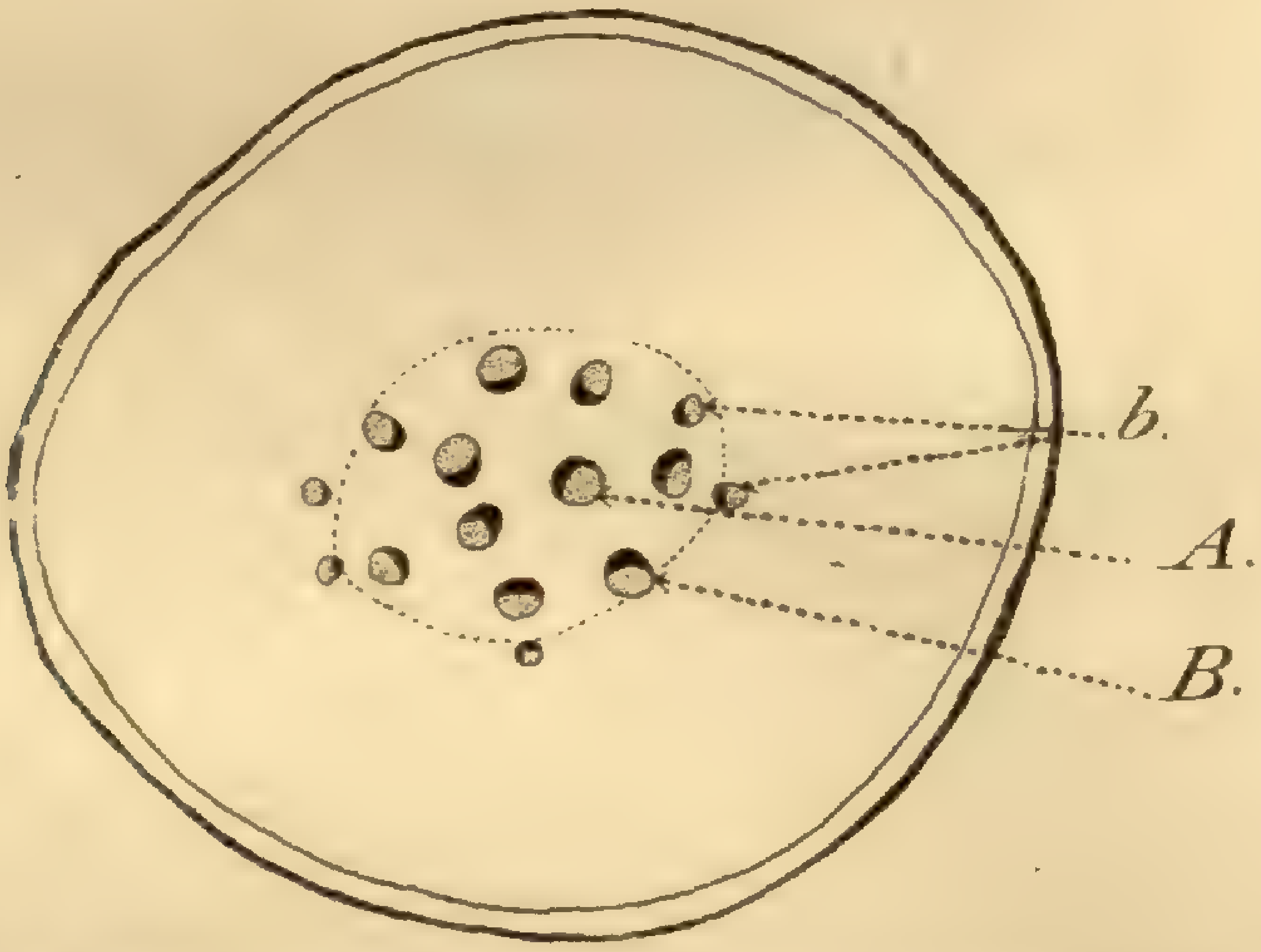


Fig. 22. — Coupe transversale du pédoncule d'*Ornithogalum longebracteatum*.

Cependant l'*O. longebracteatum* est bien distinct d'*O. scilloides* et d'*O. pyrenaicum* par le nombre plus grand (généralement 12) de petits faisceaux *B* et *b* composant la zone externe. Ces petits faisceaux ne sont pas inclus dans la gaine de petites cellules, de même que dans les deux espèces précédentes.

L'écorce, très caractéristique, se compose d'énormes cellules arrondies ou ovales, mélangées avec des cellules de petite taille et s'étend sur 6 à 8 assises, dont les deux dernières ne renferment que des petites cellules. L'épiderme, à part les dimensions plus grandes des cellules épidermiques et des stomates, présente les caractères d'*O. scilloides*.

Fleur. — Les caractères anatomiques de la fleur rapprochent cette espèce d'*O. scilloides*. Le système fasciculaire de l'ovaire présente les caractères signalés pour les autres espèces, mais il en diffère par la forme des faisceaux dorsaux des carpelles. Les ovules ont une forme extrêmement allongée. L'épiderme des glandes septales est moins épaissi. Les cellules à raphides d'oxalate de calcium sont localisées à l'extérieur et seulement le long de la nervure dorsale. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

En résumé, la structure du pédoncule et de la fleur permettent de diviser le groupe constituant le genre *Ornithogalum* en sections. Pour les espèces étudiées, on pourrait former la première section avec *O. umbellatum*, *divergens* et *comosum*; la deuxième section renfermerait *O. pyrenaicum*, *scilloides* et *longebracteatum*. Les espèces caractérisées par l'inflorescence en ombelle se distinguent donc des espèces à inflorescences en grappe par les caractères anatomiques du pédoncule.

Ce genre est classé par Bentham et Hooker dans la tribu des Scillées à côté du genre *Camassia* et très près des *Scilla*. Engler le place dans le groupe des Lilioïdées-Scillées, entre les genres *Eucomis* et *Drimiopsis*. Avec Rouy je placerai ce genre dans une tribu bien distincte des Scillées, quoique très voisine, la tribu des Ornithogalées. On constate de plus que la subdivision du genre en sections, basée uniquement sur les caractères anatomiques, ne concordent qu'en partie avec la division qu'ont fait ces auteurs du genre *Ornithogalum*, basé seulement sur les caractères morphologiques. Les anciens auteurs classaient l'*Ornithogalum* au voisinage de *Scilla*, mais dans des tribus qui paraissent très hétérogènes. Ainsi Adanson dans ses *Familles des Plantes* le range dans le groupe des *Oignons* entre les genres *Asphodelus* et *Cepa*. Tournefort le place entre les genres *Erythronium* et *Porrum*, dans la section IV de la classe IX. Endlicher le range dans la tribu des Hyacinthiées entre *Urginea* et *Allium*. Nous verrons que la place du genre *Ornithogalum*, non loin du genre *Allium*, est justifiée par les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur.

9. — Genre *EUCOMIS* Lhér.

Eucomis punctata Lhér.

Pédoncule. — La section est arrondie, de contour irrégulier. Le plus grand diamètre est de 1520 μ environ.

Par l'organisation du système fasciculaire, ce genre se rapproche surtout du genre *Ornithogalum*, notamment des *O. umbellatum* et *O. comosum*. En effet, comme dans ces espèces, le système fasciculaire renferme une zone interne composée de trois faisceaux *A*, disposés en triangle, mais plus rapprochés de l'axe du pédoncule que chez les *Ornithogalum* cités. Ils se distinguent des mêmes faisceaux des *Ornithogalum* par leur forme plus arrondie et par leurs dimensions plus grandes (fig. 23). Comme dans ces espèces, on observe des cloisonnements très actifs, suivant une ligne courbe entre le bois et le liber, constituant une véritable assise génératrice. En dehors et en alternance avec les faisceaux de la zone interne, il existe trois petits faisceaux *B*, comme chez les *O. umbellatum* et *comosum*, mais leurs dimensions sont beaucoup plus faibles. Enfin, plus extérieurement, on observe une zone de petits faisceaux *b* disposés par groupes de trois en alternance avec les faisceaux de la zone moyenne.

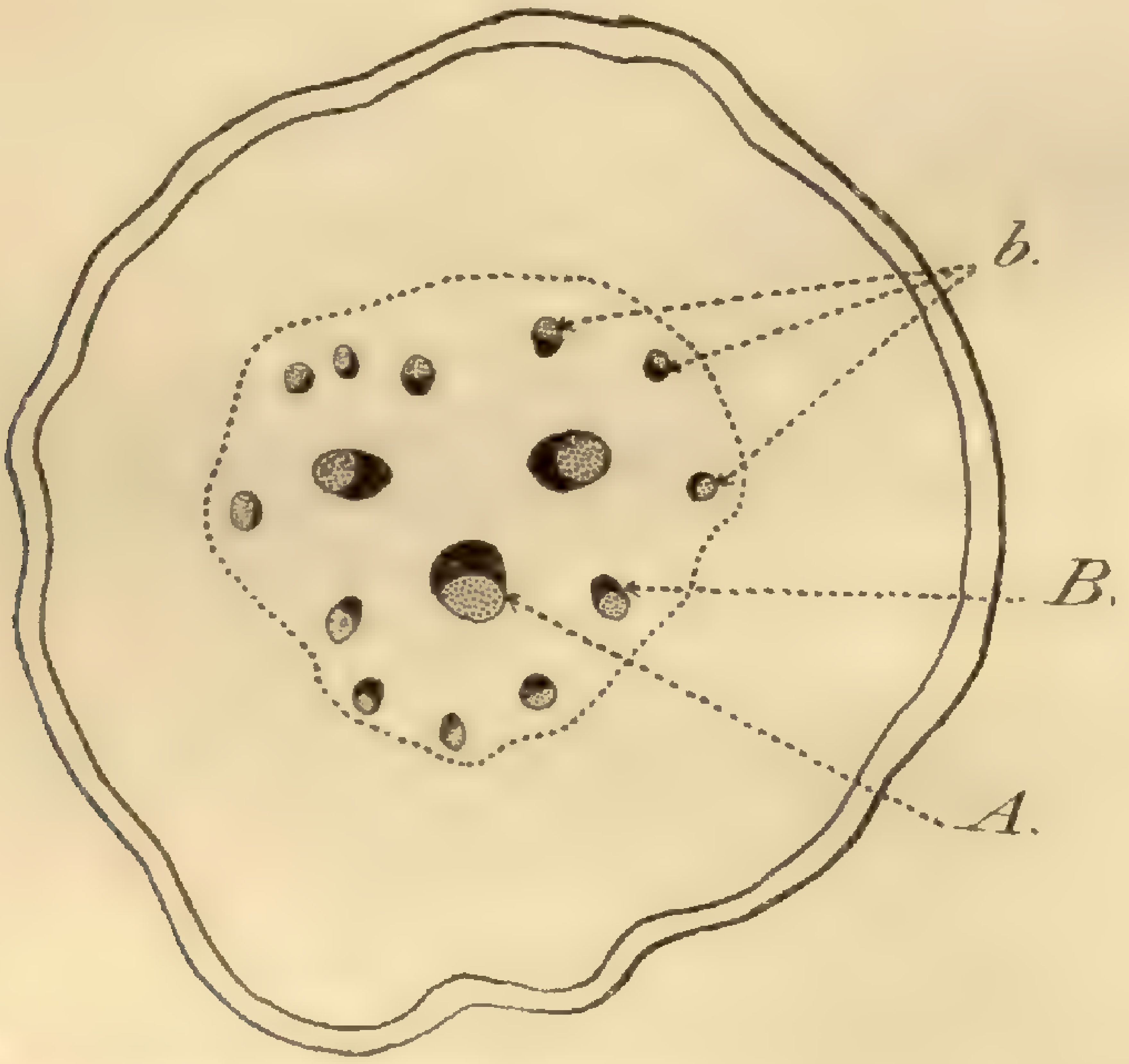


Fig. 23. — Coupe transversale du pédoncule d'*Eucomis punctata*.

La gaine de petites cellules est également très étroite, un peu collenchymateuse et diffère nettement de la région centrale du pédoncule par les dimensions plus faibles des cellules. L'écorce se compose de 6 ou 7 assises de parenchyme rond, peu lacuneux, ne présentant pas de caractères saillants. L'épiderme est constitué par des cellules légèrement étirées dans le sens radial, de dimensions inégales Les faces internes sont minces, les faces externes un peu épaissies, légèrement bombées à l'extérieur et recouvertes par une cuticule finement ondulée. Les stomates se présentent en grand nombre. Les cellules stomatiques sont extrêmement petites par rapport aux cellules annexes, fortement proéminentes à l'extérieur, de sorte que tout l'appareil stomatique est très superficiel. Les faces externes des cellules stomatiques portent, en plus d'un épaississement, des petits becs cutinisés aigus et convergents. Par les caractères de l'épiderme du pédoncule, *Eucomis punctata* se distingue facilement des *Ornithogalum* tout en se rapprochant d'*O. scilloides* qui possède également une cuticule finement plissée.

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur se produit comme chez les *Ornithogalum*, toutefois, la trace des sépales et des pétales n'a qu'*un seul* faisceau comme chez les *Scilla*. Le système fasciculaire du pistil diffère également de celui des *Ornithogalum :* 1° On n'observe qu'*un seul* faisceau dorsal des carpelles : 2° *les faisceaux externes des cloisons qui existent dans toutes les espèces étudiées d'*Ornithogalum, *avec une remarquable constance, font défaut ici*. L'insertion et la disposition des ovules, par contre, rappellent ce que j'ai observé dans le genre précédent. Les glandes septales, très étirées dans le sens radial, sont recouvertes par un épiderme peu caractérisé. Comme dans les *Ornithogalum* les carpelles restent soudés par leurs bords internes dans toute la hauteur du pistil. Le tissu conducteur rappelle par ses caractères celui du genre précité. Le mésophylle des carpelles renferme quelques cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

En résumé, le genre *Eucomis* est très voisin du genre *Ornithogalum* par les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur. La place qu'il occupe dans la classification d'Engler à côté du genre *Ornithogalum* est celle que lui assigne la structure intime du pédoncule et de la fleur. Par contre, Kunth classe *Eucomis* dans la tribu des Hyacinthées à côté du genre *Hyacinthus*. Endlicher le rapproche des genres *Uropetalum* et *Scilla* qu'il classe, ainsi que le genre *Ornithogalum*, dans la tribu des Hyacinthées avec le genre *Hyacinthus*. Bentham et Hooker rangent *Eucomis* dans la tribu des Scillées à côté du genre *Scilla*. Baillon de même le maintient dans cette tribu entre les genres *Ornithogalum* et *Hyacinthus*. Comme par le nombre des faisceaux composant la trace périanthaire, *Eucomis* rappelle le genre *Scilla*, on pourrait le considérer comme un genre de passage entre la tribu des Scillées et celle des Ornithogalées.

10. — Genre *GALTONIA* Decne.

Galtonia candicans (Baker) Decne.

Pédoncule. — La section du pédoncule est circulaire ou légèrement elliptique. Son diamètre est environ de 2400 μ.

Le système fasciculaire, par sa disposition et par les dimensions respectives des diverses zones de faisceaux, rappelle celui d'*Eucomis* décrit plus haut.

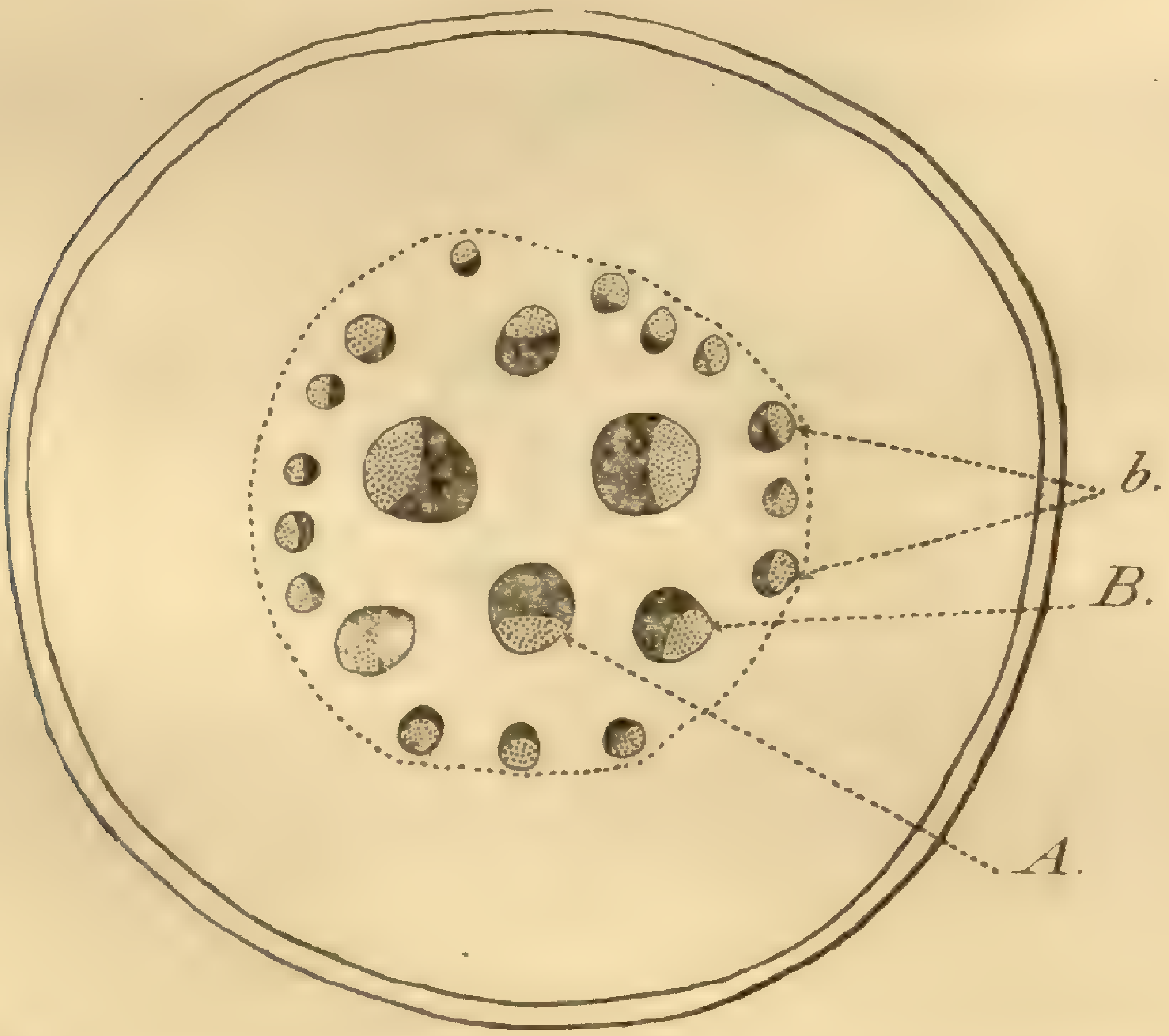


Fig. 24. — Coupe transversale du pédoncule de *Galtonia candicans*.

En effet, comme dans ce genre, le système fasciculaire renferme 3 gros faisceaux *A* (fig. 24) en forme de coupe arrondie. Ils en diffèrent, cependant, par leurs dimensions beaucoup plus considérables et par la disposition des éléments libéro-ligneux.

Les faisceaux de *Galtonia* ont, en apparence, leur bois presque dédoublé par la présence d'un large rayon parenchymateux.

Comme chez *Eucomis* et les espèces de la section I du genre *Ornithogalum*, il existe en alternance et en dehors des faisceaux *A*, 3 faisceaux *B* plus petits, se distinguant des faisceaux des genres précités par leurs dimensions plus grandes. Enfin, en dehors de ces deux zones de faisceaux, on observe un cercle de 15 faisceaux *b* plus petits, situés tout à fait sur le bord interne de la gaine de petites cellules. L'écorce se compose de 8-9 assises de parenchyme rond. L'assise épidermique est constituée par des cellules étroites dans le sens radial, à faces internes minces et à faces externes fortement épaissies. La cuticule est à peine ondulée. Les stomates sont nombreux, les cellules stomatiques, petites, ovales, sont situées au milieu des cellules annexes qui présentent les mêmes dimensions que les autres cellules épidermiques.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez les *Ornithogalum*. La trace des pièces du périanthe se compose de *trois faisceaux*. Le système fasciculaire du pistil renferme, comme chez les *Ornithogalum*, un faisceau dans la région externe *des cloisons de chaque côté des glandes septales* en plus des 3 faisceaux dorsaux.

Les glandes septales très nettes, très allongées dans le sens radial, sont peu caractérisées, comme chez les *Ornithogalum*. Les ovules s'insèrent par séries de deux dans chaque loge. Ils sont horizontaux, anatropes, de forme ovale. Les placentas proéminent dans les loges en forme de coussinet triangulaire tout autour des funicules. Le tissu conducteur est en forme de courtes papilles comme chez les *Ornithogalum* et *Eucomis*. Les carpelles ne se disjoignent pas par leurs bords internes. Le mésophylle des feuilles carpellaires renferme des cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

On voit donc que par les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur, le genre *Galtonia* est voisin, d'une part, du genre *Eucomis* et, d'autre part, du genre *Ornithogalum*. Il est logique, par conséquent, de le classer à côté de ces genres dans la tribu des Ornithogalées.

Tribu des Ornithogalées.

1. Pédoncule à 9-25 faisceaux disposés en deux ou *trois* zones. Gaine de petites cellules étroite englobant ou non la zone externe des faisceaux. Tissu conjonctif peu lacuneux. Cellules à raphides d'oxalate de calcium. Cellules épidermiques bombées, cuticule lisse ou ondulée. Stomates au milieu des cellules annexes ou très superficiels.

2. Fleur. Trace des pièces du périanthe = 1-3 faisceaux. Faisceaux dorsaux 1-3. Présence de faisceaux externes des cloisons de part et d'autre des glandes septales plus ou moins allongées, peu différenciées. Carpelles ne se disjoignant pas au sommet de l'ovaire. Tissu conducteur papilleux, peu différencié. Enormes cellules à raphides d'oxalate de calcium. Epiderme de l'ovaire lisse.

Genre *ORNITHOGALUM* L.

1. Pédoncule à 9-12-15 faisceaux en 2-3 zones. Parenchyme plus ou moins homogène. Gaine de petites cellules englobant ou non la zone externe des faisceaux. Raphides d'oxalate de calcium dans l'écorce. Cellules épidermiques bombées, cuticule lisse ou plissée. Stomates au milieu des cellules annexes ou très proéminents.

2. Fleur. Trace des pièces du périanthe = 3 faisceaux. Faisceaux *externes* des cloisons du pistil présents de part et d'autre des glandes septales, plus ou moins étirés radialement et peu différenciés. Tissu conducteur peu différencié. Raphides d'oxalate dans le mésophylle carpellaire. Epiderme de l'ovaire lisse.

Section I. *Pédoncule à trois zones de faisceaux.*

Faisceaux de la zone interne éloignés de l'axe. Gaine de petites cellules englobant les fascicules. Cellules à raphides sans localisation spéciale. Cuticule lisse. Stomates au milieu des cellules annexes.

1. Pédoncule à 3 grands faisceaux + 3 petits alternes + 9 fascicules en cercle. Ovules globuleux. Glandes septales courtes et peu ouvertes . . *O. umbellatum* L.

2. Pédoncule à 3 grands faisceaux + 3 petits + 6-7 fascicules en cercle. Zone moyenne éloignée de la zone externe. Parenchyme cortical rond. Ovules allongés. Glandes septales longues radialement et très ouvertes. . . . . . *O. comosum* L.

3. Pédoncule à 3 grands faisceaux + 3 petits alternes + 6 fascicules en cercle. Zone moyenne rapprochée de la zone externe. Parenchyme cortical à cellules étirées tangentiellement. Ovules en forme de cloche. Glandes septales très courtes . . . . *O. divergens* Bor.

Section II. *Pédoncule à deux zones de faisceaux.*

Faisceaux de la zone interne rapprochés de l'axe. Gaine de petites cellules ± englobant les faisceaux de la zone externe. Cuticule finement plissée.

1. Pédoncule à 3 grands faisceaux + un cercle externe de 8-9 fascicules dont un souvent plus intérieur. Parenchyme cortical renfermant d'énormes cellules oxalifères. Stomates au milieu des cellules annexes. Ovules globuleux. Glandes septales allongées radialement. . . . . *O. pyrenaicum* L.

2. Pédoncule à 3 faisceaux + un cercle externe de 6 faisceaux en voie de dédoublement dépassant la gaine de petites cellules. Parenchyme conjonctif homogène. Ovules extrêmement allongés. Glandes septales longues à épiderme bien épaissi. Cellules oxalifères disséminées dans le parenchyme carpellaire. . . . . *O. scilloides* Jacq.

3. Pédoncule à 3 grands faisceaux + cercle externe de 9-12 fascicules dont quelques-uns dépassent la gaine de petites cellules. Parenchyme cortical hétérogène. Enormes cellules oxalifères. Ovules allongés. Glandes septales longues à épiderme peu épaissi. Cellules oxalifères localisées uniquement le long de la nervure médiane des carpelles. *O. longebracteatum* Jacq.

Genre *EUCOMIS* Lhér.

1. Pédoncule à 15 faisceaux en 3 zones. Zone interne à 3 grands faisceaux de forme arrondie. Zone moyenne à 3 petits faisceaux. Zone externe à 3 groupes de 3 fascicules. Gaine de petites cellules englobant la zone externe. Parenchyme cortical rond. Cellules épidermiques bombées, cuticule ondulée. Appareil stomatique superficiel.

2. Fleur. Trace des pièces du périanthe = 1 faisceau. 1 faisceau dorsal des carpelles. *Absence* de faisceaux *externes* des cloisons du pistil. Ovules ovales. Glandes septales très allongées radialement, peu différenciées. Carpelles ne se disjoignant pas au sommet de l'ovaire. Placentas non proéminents. Tissu conducteur peu différencié. Grand nombre de cellules oxalifères sans localisation spéciale. Epiderme externe de l'ovaire lisse. . . . . *E. punctata* Thumb.

Genre *GALTONIA* Decne.

1. Pédoncule à 21 faisceaux en 3 zones. Zone interne à 3 gros faisceaux. Zone moyenne à 3 faisceaux plus petits. Zone externe à 15 fascicules en cercle. Gaine de petites cellules englobant la zone externe. Parenchyme cortical rond. Cellules épidermiques à cuticule à peine ondulée. Stomates au milieu des cellules annexes.

2. Fleur. Trace des pièces du périanthe = *3 faisceaux*. Faisceaux externes des cloisons *présents* de chaque côté des glandes septales. Ovules ovales. Placentas proéminants. Tissu conducteur en courtes papilles. Carpelles ne se disjoignant pas au sommet de l'ovaire Cellules oxalifères sans localisation spéciale. Epiderme externe de l'ovaire lisse. . . . . *G. candicans* (Baker) Decne.

VI. — TRIBU DES ALLIÉES

11. — Genre *ALLIUM* L.

Allium Cepa L.

Pédoncule. — La section est arrondie ou légèrement elliptique. Son plus grand diamètre est de 960 μ environ.

Le système fasciculaire se compose de 6 faisceaux disposés en deux triangles alternes (fig. 25) autour d'une large région centrale. Les faisceaux *A* du triangle interne sont plus forts que les faisceaux *B* du triangle externe. Chaque faisceau ne comprend que quelques vaisseaux et un très gros paquet de liber. On y observe également la présence d'une assise génératrice.

La région centrale est constituée par du parenchyme rond ordinaire. *Tout le parenchyme en dehors et autour des faisceaux du* *triangle interne est lignifié.* L'écorce, comprenant 4 à 5 assises est constituée, comme la région centrale, par du parenchyme rond.

L'épiderme est constitué par des cellules presque aussi longues que larges, à peine bombées extérieurement. Les parois internes de ces cellules sont très minces, tandis que les parois externes présentent une *cutinisation qui s'étend sur 1/3 du diamètre radial des cellules.* La cuticule est lisse ; les stomates sont peu nombreux, un peu enfoncés. Les cellules stomatiques sont également fortement cutinisées sur les faces externes et proéminent en dehors et dans la chambre sous-stomatique sous la forme de petits becs aigus. Fréquemment, les ostioles sont oblitérés par la cuticule.

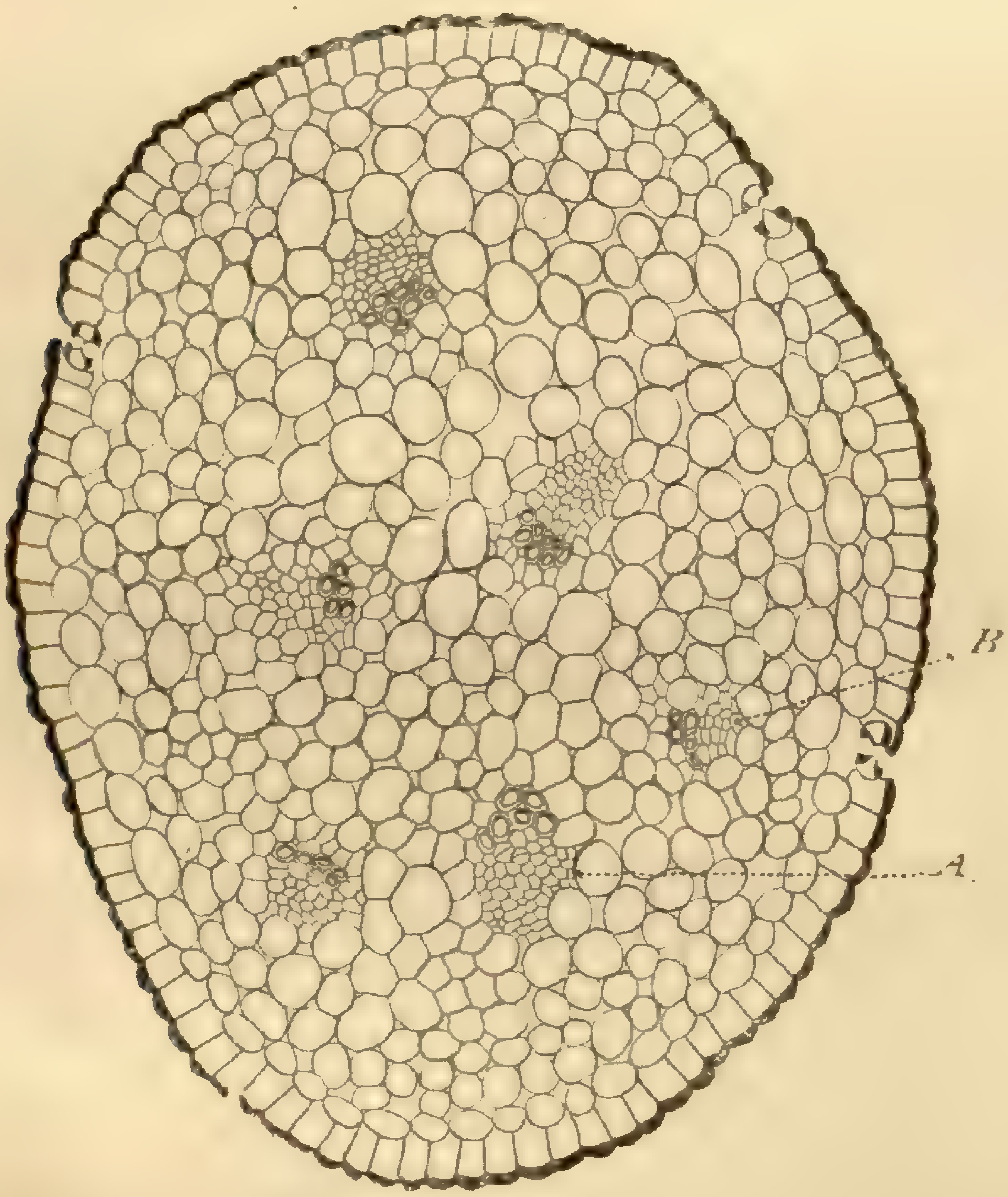


Fig. 25. — Coupe transversale du pédoncule d'*Allium Cepa*.

Fleur. — Sous la fleur, la lignification du parenchyme du pédoncule disparait. Comme dans les tribus déjà étudiées, la distribution des faisceaux dans la fleur se produit suivant un schéma très uniforme.

Comme dans ces 3 tribus, on observe un élargissement des faisceaux dans le sens tangentiel et une anastomose grâce à laquelle il se forme un anneau libéro-ligneux qui vascularise toute la fleur. La trace des sépales et des pétales, à l'inverse des *Ornithogalum*, ne renferme qu'*un seul faisceau*. Le système fasciculaire du pistil renferme un petit nombre de faisceaux. Il existe un faisceau dorsal des carpelles et deux branches fasciculaires pour chaque placenta.

Les ovules naissent par deux dans chaque loge. *Ils sont ascendants*, à l'inverse des *Ornithogalum* où ils sont toujours horizontaux, anatropes, à funicule court.

Les glandes septales présentent une différenciation que je n'ai pas observée chez les genres étudiés ; elles sont formées, en effet, par d'énormes cellules fortement étirées dans le sens tangentiel, très épaissies, se colorant par le carmin en rouge vif.

Il en est de même du tissu conducteur qui se présente sous la forme de papilles très allongées tapissant les placentas très proéminents et aplatis en coussinet autour de chaque funicule.

De plus, ce qui caractérise le pistil d'*Allium Cepa*, c'est la présence d'un cordon de tissu conducteur situé dans le centre du pistil, se raccordant par des travées radiales de ce même tissu avec celui des placentas. Aucun des genres déjà étudiés ne présentaient cette particularité.

En outre, en dehors des glandes septales et en dedans de l'assise sous-épidermique de l'ovaire, on observe une fente étirée transversalement entre les bords latéraux des carpelles. Cette fente disparaît dans la région supérieure de l'ovaire.

Je n'ai pas observé de cellules à raphides.

L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

On voit donc que, par l'ensemble des caractères du pédoncule et de la fleur, l'*Allium Cepa* diffère très nettement des genres déjà étudiés.

Allium vineale L.

Pédoncule. — La section du pédoncule est absolument circulaire ; son diamètre est de 1120 μ environ.

Par la constitution du système fasciculaire du pédoncule, cette espèce est très voisine d'*A. Cepa*. Comme dans cette espèce, il existe 6 faisceaux, disposés en deux triangles alternes, mais ils sont presque de la même taille et se trouvent plus rapprochés de l'axe du pédoncule. La région centrale est donc plus réduite. La gaine de petites cellules est également lignifiée, mais elle ne dépasse que d'une assise le triangle externe des faisceaux. A l'inverse d'*A. Cepa*, la région centrale est un peu lignifiée.

L'écorce comprend 4 à 5 assises de cellules. Les assises internes se composent de grandes cellules polyédriques étirées dans le sens radial et laissant des méats entre elles ; les assises externes renferment des cellules rondes, de grande taille, alternant presque régulièrement avec de toutes petites cellules.

L'épiderme est formé de cellules aussi larges que longues comme celles de l'épiderme d'*A. Cepa*. La cuticule est également très épaisse et présente des pointes saillantes à la limite entre les cellules. Les stomates sont très nombreux et superficiels à l'inverse d'*A. Cepa*. Les cellules stomatiques sont également très petites et portent des bandes d'épaississement disposées comme dans l'espèce précédente.

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur se produit exactement comme chez l'*A. Cepa*. Le système fasciculaire du pistil est constitué comme dans l'espèce-type. Chaque carpelle renferme un seul faisceau dorsal, différant légèrement du faisceau analogue d'*A. Cepa* par leur forme et leurs dimensions et 2 faisceaux placentaires disposés de la même manière que dans l'espèce précitée. Les ovules sont anatropes, dressés et naissent comme chez l'*A. Cepa* par deux dans chaque loge. Les placentas sont également aplatis en coussinet autour des funicules. Le tissu conducteur est très bien différencié et se présente sous la forme de papilles allongées recouvrant les placentas. De plus, comme dans l'espèce précédente, il existe un cordon de tissu conducteur passant dans le centre de l'ovaire et se raccordant par des bandes de même tissu avec le tissu conducteur des placentas. Les glandes septales sont aussi bien caractérisées par des cellules étirées tangentiellement.

Par contre, les espaces vides en dehors des glandes septales manquent chez l'*A. vineale*.

On voit donc que cette espèce assez éloignée d'*A. Cepa* par les caractères du bulbe, des feuilles et des étamines, en est très voisine non seulement par les caractères du pédoncule mais également par les caractères anatomiques de la fleur.

Ceci vient à l'encontre de la classification généralement admise par les systématiciens qui placent les deux espèces loin l'une de l'autre, la première dans la section *Porrum* G. Don. et la deuxième dans la section *Schœnoprasum* G. Don.

Allium sphærocephalum L.

Pédoncule. — La section est circulaire, son diamètre est de 720 μ environ.

Par la structure du pédoncule, cette espèce est surtout très voisine d'*A. vineale*.

Comme chez les deux espèces étudiées, le système fasciculaire se compose de 6 faisceaux, ressemblant à ceux d'*A. vineale* et également presque de la même taille.

Comme dans les deux espèces citées, la gaine de petites cellules ne s'étend pas en dehors des faisceaux du triangle externe. Par contre, ni la gaine, ni le parenchyme de la région centrale ne présentent de lignification. L'écorce se compose de 4 à 5 assises de parenchyme rond.

L'assise épidermique est constituée par des cellules légèrement allongées dans le sens radial. La cuticule est également très épaisse.

Les stomates sont assez nombreux. Les cellules stomatiques sont extrêmement petites et épaissies de la même manière que chez les deux autres espèces.

Fleur. — Le système fasciculaire de la fleur est construit sur le même type que chez les deux espèces étudiées. Les ovules sont également anatropes, ascendants. On retrouve les caractères des placentas et du tissu conducteur déjà signalés. Le cordon central du tissu conducteur se présente ici sur les coupes transversales sous la forme d'un hexagone ; il se relie également par des trabécules de tissu conducteur avec celui des placentas. Les glandes septales, très bien différenciées aussi, laissent entre elles des fentes beaucoup plus larges que dans les deux autres espèces.

Par contre, les fentes que j'ai observées chez l'*A. Cepa*, en dehors des glandes septales, n'existent pas dans le pistil d'*A. sphærocephalum*.

Cette espèce, extrêmement voisine d'*A. vineale* par ses caractères morphologiques, est classée par Engler, Grenier et Godron, Rouy dans la même section *Porrum* G. Don. Il semble bien que d'après les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur, on doive se ranger à l'avis de ces auteurs.

Allium Moly L.

PÉDONCULE. — La section est légèrement elliptique, son plus grand diamètre est de 920 μ environ.

Le système fasciculaire diffère de celui des espèces étudiées par le nombre plus grand de faisceaux.

Il se compose de trois grands faisceaux *A* disposés en triangle. En dehors, rangés en cercle autour de ce triangle (fig. 26), il existe 3 autres faisceaux *B*, et 3 fascicules *b* de dimensions au moins deux fois plus petites que les faisceaux de la zone interne. Comme dans les autres espèces, la gaine de petites cellules ne dépasse pas la zone

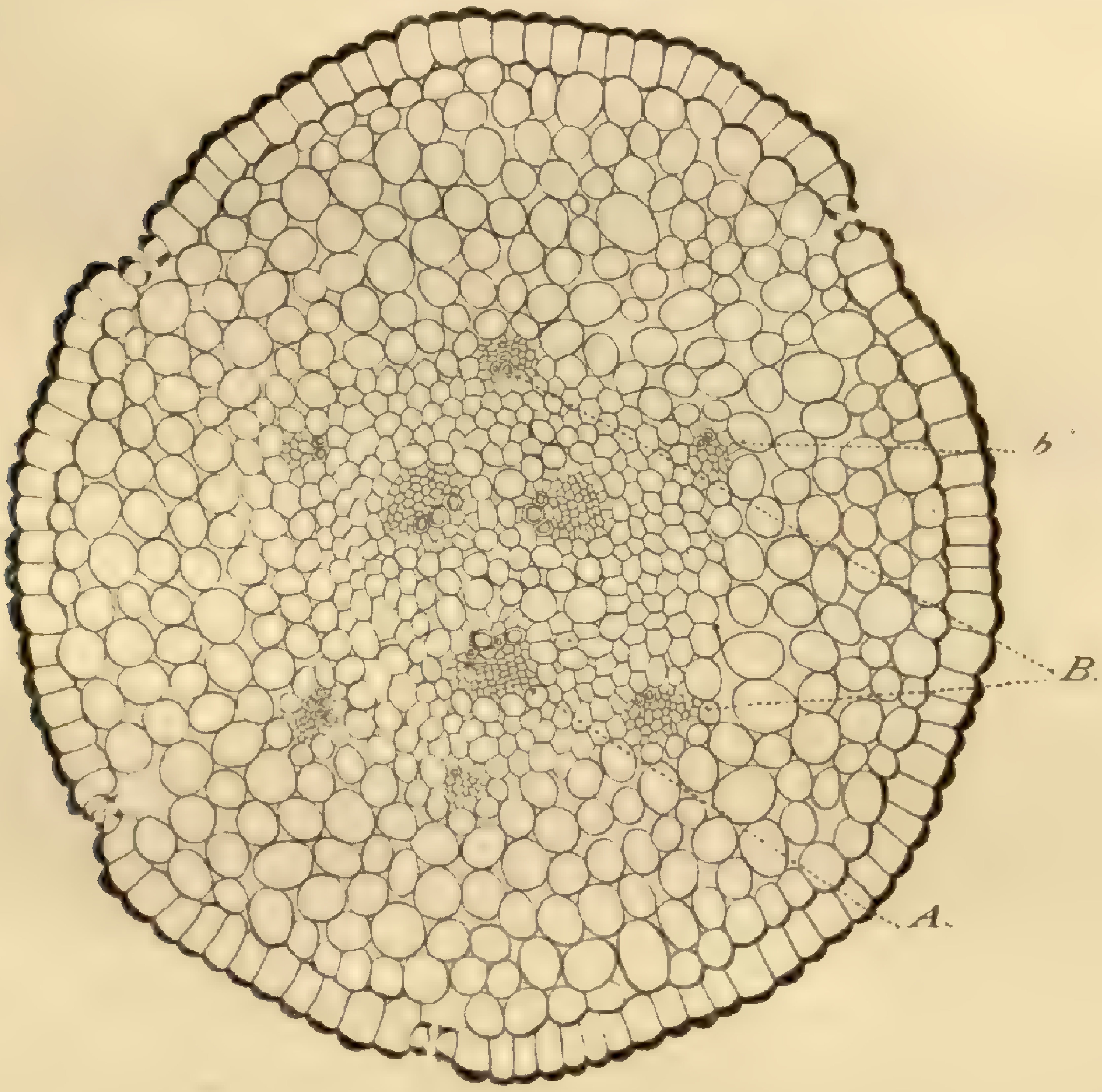


Fig. 26. — Coupe transversale du pédoncule d'*Allium Moly*.

externe de faisceaux. La région centrale et l'écorce se composent de cellules parenchymateuses arrondies ou polygonales qui n'ont rien de particulier.

L'épiderme, très fortement cutinisé, ressemble à celui des autres espèces, mais la cuticule est lisse.

Les stomates, nombreux, sont construits sur le même type que ceux des espèces précédentes.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur se produit comme chez les autres espèces. La *trace* des pièces du périanthe se compose d'*un seul faisceau*. Le système fasciculaire du pistil construit sur le même type ne diffère que par la dimension des faisceaux dorsaux des carpelles. Les ovules présentent les mêmes caractères et diffèrent seulement par leur forme très aplatie. Les placentas présentent la même disposition en coussinets très proéminents autour des funicules. Le tissu conducteur est bien différencié. Le caractère le plus saillant est offert par les glandes septales. Elles sont sinueuses et s'étendent radialement presque sur toute la longueur des cloisons. Les cellules qui tapissent les glandes septales, extrêmement étirées dans le sens tangentiel, sont fortement papilleuses et se colorent en rouge vif par le carmin.

Il existe également une colonne de tissu conducteur au centre de l'ovaire. La région la plus interne de ce cordon, ainsi que l'assise la plus externe, sont fortement collenchymateuses.

On constate donc que les caractères anatomiques de la fleur relient cette espèce aux espèces précédentes, tandis que les caractères du pédoncule l'en éloignent. Il semble, par conséquent, que l'*A. Moly* puisse être classé dans une section voisine, mais distincte, de celle qui renfermerait les espèces précédentes.

Cette manière de voir concorde avec la subdivision du genre *Allium* qu'admettent Engler, Bentham et Hooker ainsi que Rouy, qui classent cette espèce dans la section *Molium* G. Don.

Allium ursinum L.

Pédoncule. — La section du pédoncule est circulaire. Le diamètre est de 880 μ environ.

Par le système fasciculaire, cette espèce se rapproche d'*A. Moly*. Il se compose de 3 faisceaux A, de forme très allongée en coupe transversale (fig. 27). Ils sont disposés en triangle comme ceux d'*A. Moly*, mais en diffèrent non seulement par leur forme, mais également par leurs dimensions moins grandes. Le parenchyme qui réunit et qui entoure ces faisceaux se distingue de celui des autres espèces, par sa forme polygonale et par les parois des cellules légèrement sinueuses. En dehors et autour des faisceaux du triangle interne, on observe 5 à 6 minuscules faisceaux *B* et *b*, ne comprenant qu'un ou deux vaisseaux et un massif de liber étalé en éventail. La gaine de petites cellules ne s'étend pas en dehors des faisceaux. L'écorce se compose de 4 à 5 assises de grandes cellules à parois ondulées et dont les dimensions diminuent vers l'épiderme. Celui-ci est formé de petites cellules alternant régulièrement avec celles de l'assise sous-épidermique. Beaucoup de cellules épidermiques sont transformées en poils arrondis ou coniques. Ils sont revêtus, ainsi que le reste de l'épiderme, d'une forte cuticule finement plissée. Les stomates, extrêmement petits par rapport aux cellules annexes, sont construits sur le même type que chez les espèces déjà étudiées.

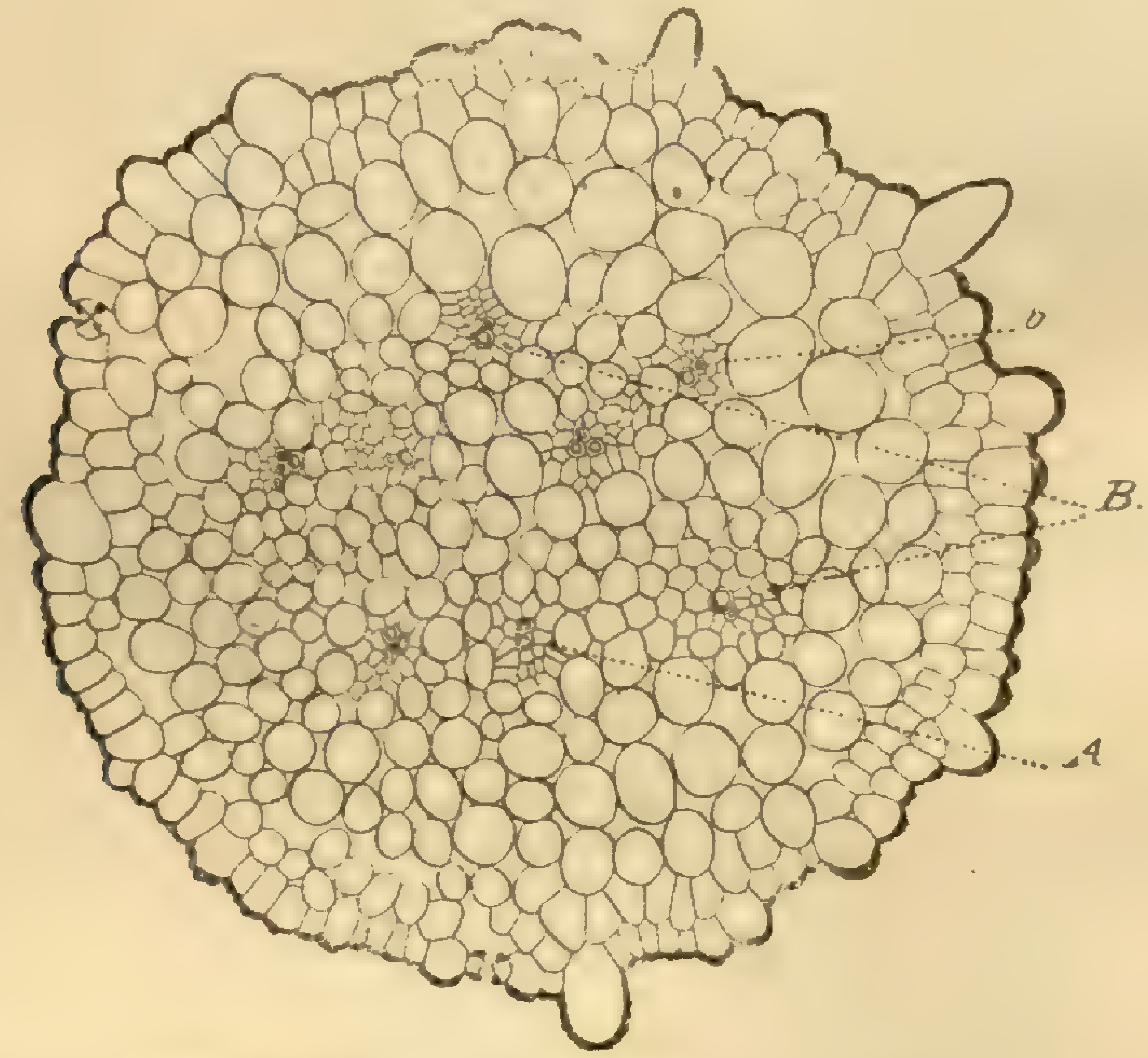


Fig. 27. — Coupe transversale du pédoncule d'*Allium ursinum*.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme je l'ai décrit plus haut. Le système fasciculaire du pistil est constitué comme chez les autres espèces. Les ovules présentent les mêmes caractères. Il en est de même du tissu conducteur ; cependant les placentas sont moins proéminents et moins aplatis que chez l'espèce précédente.

Les glandes septales sont également bien différenciées. Les cellules qui les bordent sont fortement étirées dans le sens tangentiel et très papilleuses. Elles ne laissent pas de fente entre leurs bords.

L'épiderme recouvrant les feuilles carpellaires est lisse. Je n'ai pas observé de cellules à raphides d'oxalate de calcium.

En résumé, cette espèce, quoique bien distincte d'*A. Moly*, présente des caractères communs, ce qui permet de la classer, à l'exemple des botanistes systématiciens, dans la même section que l'espèce précitée.

Allium nigrum L.

Pédoncule. — La section est arrondie ou ovale ; son diamètre est de 1280 μ environ.

Par le nombre des faisceaux du pédoncule, cette espèce diffère nettement de celles que j'ai décrites, mais se rapproche cependant d'*A. Moly* et d'*A. ursinum*. Comme dans les pédoncules de ces espèces, le système fasciculaire se compose de trois grands faisceaux *A*, de forme arrondie et disposés en triangle (fig. 28). Ils diffèrent des mêmes faisceaux des espèces précitées par le nombre plus grand des vaisseaux et leur disposition un peu en arc de cercle. En dehors de cette zone interne de faisceaux, il existe 9 petits rameaux fasciculaires, disposés en cercle. 3 d'entre eux *B* alternent avec les faisceaux *A*, les 6 autres *b* sont disposés deux par deux en superposition avec les grands faisceaux. Ils se composent de 2-5 vaisseaux et de quelques cellules libériennes.

Comme dans toutes les espèces étudiées, la gaine de petites cellules est très étroite et ne dépasse pas le cercle de petits faisceaux.

L'écorce se compose de 4 à 6 assises de parenchyme rond ordinaire.

L'épiderme est constitué par des cellules à peine allongées dans le sens radial, légèrement épaissies sur les faces internes ; les faces externes sont très épaisses comme dans les autres *Allium* étudiés. La cuticule est finement denticulée, comme dans *A. ursinum*.

Les stomates assez nombreux sont construits sur le même type que chez les espèces étudiées.

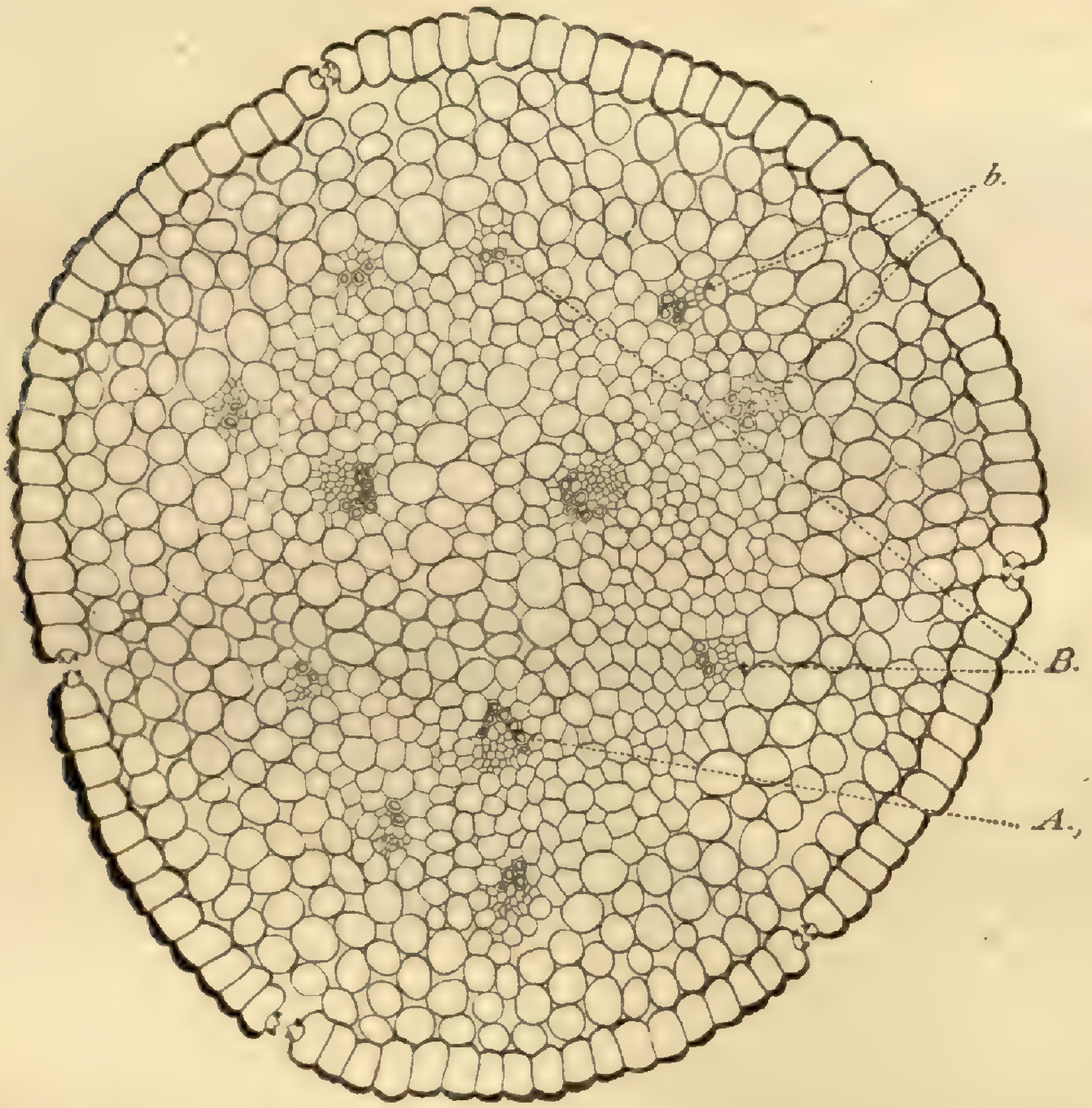


Fig. 28. — Coupe transversale du pédoncule d'*Allium nigrum*.

Fleur. — Les faisceaux du pédoncule se distribuent dans la fleur comme chez les autres espèces. La *trace des pièces du périanthe* se compose aussi d'*un seul faisceau*. Le système fasciculaire du pistil diffère de celui des autres espèces par l'existence de *3 faisceaux* dans la région dorsale des carpelles. Il existe également une branche fasciculaire de chaque côté des glandes septales.

Ces dernières, très sinueuses, sont bien différenciées et présentent les mêmes caractères que dans les deux dernières espèces.

Les ovules, disposés deux par deux dans chaque loge, sont dressés, presque campylotropes, à funicule nul.

Les placentas forment également des bourrelets très aplatis et très proéminents dans la cavité des loges.

Le tissu conducteur est fortement papilleux.

De plus, comme dans toutes les espèces étudiées, il existe dans le centre du pistil un cordon de tissu conducteur.

L'épiderme externe du pistil se compose de cellules transformées en papilles en forme de massue.

Je n'ai pas observé de cellules oxalifères.

⁂

En résumé, l'*Allium nigrum*, tout en étant très voisin des deux espèces précédentes, en diffère nettement par la structure du pédoncule et de la fleur. On pourrait, par conséquent, le classer avec Bentham et Hooker dans la section *Nectaroscordum* Lind. Engler ne mentionne pas cette espèce ; quant à Rouy, il range l'*A. nigrum* dans le sous-genre I : *Melanocrommyon* Rouy qui correspond à la section du même nom de Webb.

Par la présence de 3 faisceaux dorsaux dans chaque carpelle, cette espèce se rapproche du genre *Ornithogalum*, de sorte qu'on pourrait la considérer comme une espèce de passage entre les deux genres.

Ce genre prend place dans la tribu des Alliées suivant la classification de Bentham et Hooker. Engler le classe dans le groupe des Allioïdées-Alliées.

Il est évident que le genre *Allium*, qui présente une grande uniformité dans la structure florale, comme on vient de le voir, mérite une place dans une tribu distincte, celle des Alliées, crée par les botanistes systématiciens. De plus, cette dernière tribu semble, d'après les caractères anatomiques, très voisine des Ornithogalées ; nous avons vu plus haut que l'une des espèces de ce genre, notamment l'*A. nigrum*, pourrait servir de trait d'union entre les deux tribus.

Les anciens auteurs, comme G. Bauhin, Adanson, de Jussieu, de Tournefort, Endlicher rapprochaient le genre *Allium* du genre *Ornithogalum* et les classaient dans la même tribu.

Genre *NOTHOSCORDUM* Kunth.

Nothoscordum fragrans Kunth.

PÉDONCULE. — La section est arrondie, 750 μ environ de diamètre.

Par la constitution et la disposition du système fasciculaire, ce genre est extrêmement voisin du genre *Allium*, notamment des espèces de ce dernier genre que nous avons classées dans la section 1. Comme dans ces espèces, le pédoncule renferme 6 faisceaux disposés en 2 triangles alternes. La gaine de petites cellules, déjà très étroite chez les diverses espèces d'*Allium*, est tout à fait indistincte ici et ne présente pas de lignification. L'épiderme, très ressemblant à celui du genre précité, s'en distingue par un plus fort épaississement des faces internes des cellules épidermiques. Les stomates sont également très ressemblants.

FLEUR. — C'est surtout par quelques particularités de la fleur que ce genre se différencie du genre *Allium*. Chaque loge de l'ovaire renferme *un grand nombre d'ovules anatropes, horizontaux*, tandis qu'il n'en existe que deux par loge chez les *Allium*.

Il n'existe pas de cordon collenchymateux de tissu conducteur au centre du pistil, les placentas ne forment pas de bourrelets autour des funicules. Cependant, le tissu conducteur est fort bien différencié en très longues papilles qui recouvrent les placentas et se continuent sur les angles internes des carpelles. Les glandes septales du pistil extrêmement courtes dans le sens radial et situées très près de l'axe sont beaucoup moins différenciées que chez les *Allium*. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Il résulte des caractères anatomiques floraux que le *Nothoscordum* est un genre très voisin des *Allium* ; on peut, par conséquent, les classer tout à côté l'un de l'autre dans la même tribu des Alliées, comme l'ont fait Bentham et Hooker ou Engler.

En résumé, la tribu des Alliées peut être caractérisée ainsi :

1. PÉDONCULE à 6-9-12 faisceaux disposés en deux zones. Vaisseaux très peu nombreux. Gaine de petites cellules distincte ou non, lignifiée ou non, ne dépassant pas la zone externe des faisceaux. Pas de cellules oléifères, ni oxalifères. Epiderme pourvu ou non de poils. Cuticule très épaisse, lisse ou plissée. Stomates peu ou très nombreux, parfois profonds, minuscules par rapport aux cellules annexes, à section conique.

2. FLEUR. Trace de chaque pièce florale = 1 faisceau. 1-3 faisceaux dorsaux par carpelle. Pas de faisceaux dans les cloisons. Ovules nombreux ou 2 par loges, ascendants ou horizontaux, anatropes. Glandes septales extrêmement bien ou peu différenciées, avec ou sans boutonnière supplémentaire. Cordon collenchymateux de tissu conducteur au centre de l'ovaire ou papilles extrêmement allongées sur les placentas et les angles internes des carpelles. Pas de raphides. Epiderme ± papilleux.

I. Genre *ALLIUM* L.

1. PÉDONCULE à 6 ou 9-12 faisceaux disposés en 2 zones. Gaine de petites cellules lignifiée ou non, ne dépassant pas la zone externe des faisceaux. Pas de cellules oléifères ni oxalifères. Epiderme à faces externes des cellules épidermiques épaisses, pourvu ou non de poils. Cuticule très épaisse lisse ou plissée. Stomates peu nombreux, parfois profonds, minuscules par rapport aux cellules annexes, à section conique.

2. FLEUR. Trace des pièces du périanthe = 1 faisceau. 1-3 faisceaux dorsaux par carpelle. Pas de faisceaux dans les cloisons. Ovules 2 par loges, ascendants, anatropes. Glandes septales extrêmement bien différenciées, avec ou sans boutonnières septales en dehors. Cordon collenchymateux de tissu conducteur au centre de l'ovaire. Pas de raphides. Epiderme ± papilleux.

Voici comment on pourrait établir la distinction des diverses espèces du genre *Allium* étudiées ici :

Section I. *Porrum* G. Don.

Pédoncule à 6 faisceaux en 2 triangles alternes.

1. Faisceaux du triangle externe aussi forts que ceux du triangle interne. Gaine de petites cellules lignifiée. Cuticule plissée. Epiderme des glandes septales fortement étiré tangentiellement. Boutonnières septales très larges dans le sens tangentiel. . . . . *A. Cepa* L.

2. Faisceaux externes à 5-6 vaisseaux, les internes 3-4 vaisseaux. Gaine de petites cellules non lignifiée. Cuticule à 2 dents par cellule. Glandes septales très ouvertes. Pas de boutonnières septales. . . . . *A. sphærocephalum* L.

3. Faisceaux allongés à 6-8 vaisseaux. Gaine de petites cellules lignifiée. Cellules corticales rondes. Cuticule à dents peu aigues. Glandes septales peu ouvertes. Pas de boutonnières septales. . . . . *A. Porrum.* L.

4. Faisceaux très rapprochés de l'axe, 3-6 vaisseaux. Gaine de petites cellules lignifiée. Cuticule denticulée. Glandes septales sans boutonnière supplémentaire. . . . . *A. vineale* L.

Section II. *Molium* G. Don.

Pédoncule à 9 faisceaux en 2 zones.

Zone interne à 3 faisceaux plus forts que ceux de la zone externe. Cuticule finement plissée. 1 faisceau dorsal par carpelle.

1. Pédoncule à 3 faisceaux allongés et disposés au centre + 5-6 fascicules formant le cercle externe. Cellules parenchymateuses arrondies à parois ondulées. Epiderme à poils capités. Glandes septales linéaires. . . . . . . *A. ursinum* L.

2. Pédoncule à 3 faisceaux centraux arrondis + 5-6 fascicules formant le cercle externe. Cellules parenchymateuses polygonales, à parois non ondulées: Pas de poils épidermiques. Glandes septales sinueuses. . . . . *A. Moly* L.

Section III. *Nectaroscordum* Lindl.

Pédoncule à 12 faisceaux en 2 zones.

Zone interne à 3 faisceaux plus forts que ceux de la zone externe à 9 fascicules. Cuticule finement plissée. 3 faisceaux dorsaux par carpelle. . . . . *A. nigrum* L.

II. Genre *NOTHOSCORDUM* Kunth.

1. Pédoncule à 6 faisceaux disposés en deux triangles alternes. Pas de gaine de petites cellules. Epiderme à parois internes épaissies. Cuticule lisse. Stomates à section arrondie.

2. Fleur. Ovules nombreux par loge. Glandes septales peu différenciées, sans boutonnière supplémentaire. Pas de cordon collenchymateux de tissu conducteur au centre du pistil. Epiderme de l'ovaire lisse. . . . . *N. fragrans* Kunth.

VII. — TRIBU DES GAGÉES

12. — Genre *GAGEA* Salisb.

Gagea Liottardi R. et Sch.

Pédoncule. — La section est triangulaire ou elliptique, de contour ondulé. Son plus grand diamètre est de 2080 μ environ.

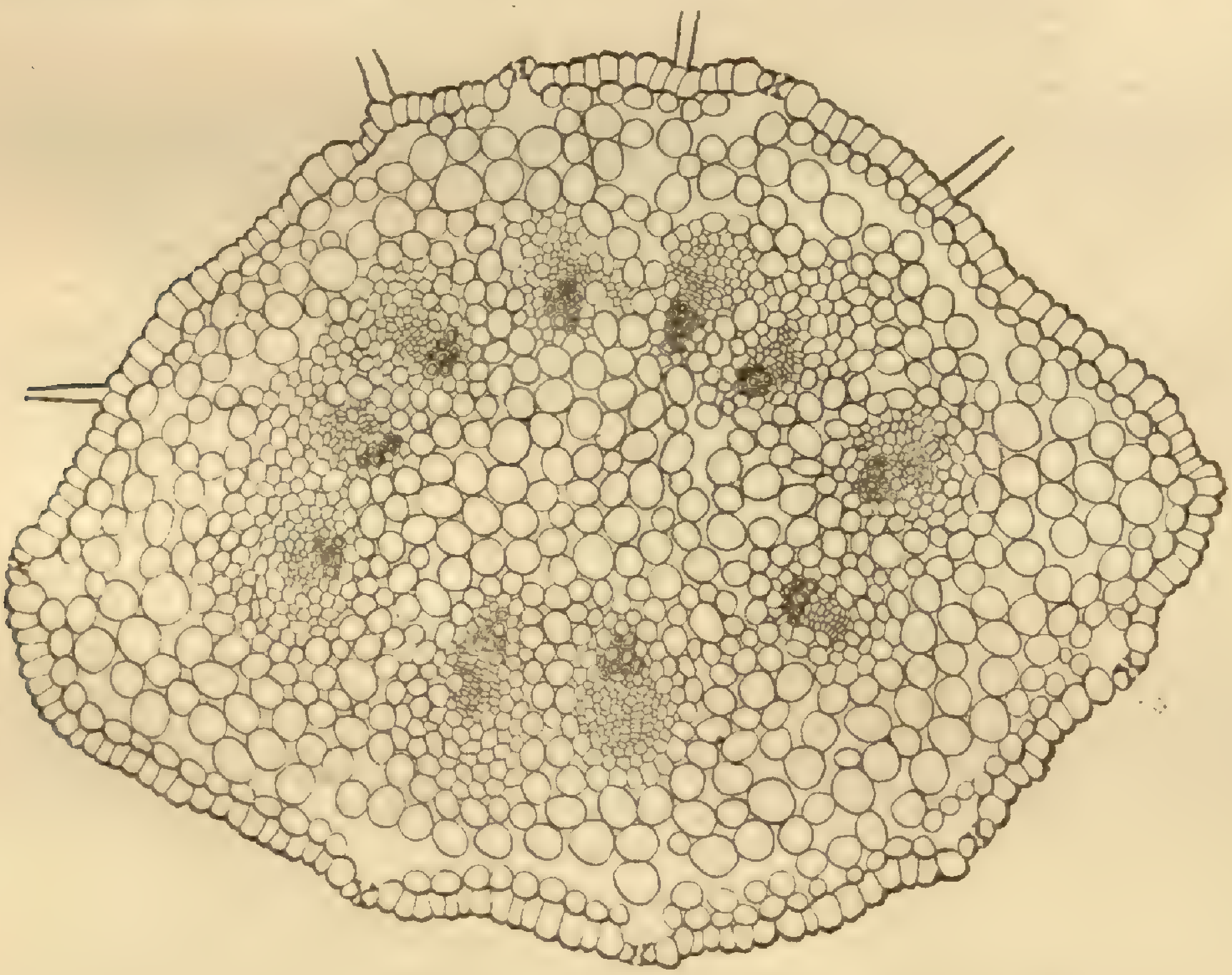


Fig. 29. — Coupe transversale du pédoncule de *Gagea Liottardi*.

Le système fasciculaire se compose de 10 à 12 faisceaux de dimensions légèrement inégales et disposés tous en une seule zone (fig. 29). Par cette particularité, le genre *Gagea* est nettement distinct aussi bien du genre *Ornithogalum* que du genre *Allium*.

La région centrale est large et se compose de parenchyme rond, fortement lacuneux. Le parenchyme entourant les faisceaux ne présente pas de méats. La gaine de petites cellules s'étend sur deux ou trois assises. L'écorce se compose de 4 à 5 assises de parenchyme rond, très méatifère.

Les cellules épidermiques sont beaucoup plus petites que les cellules corticales, faiblement épaissies sur leurs faces internes et assez fortement sur les faces externes. La cuticule est finement plissée.

Un grand nombre de cellules épidermiques est transformé en longs et étroits poils unicellulaires.

Les stomates sont assez nombreux, très petits par rapport aux cellules annexes et fortement saillants.

FLEUR. — Sous la fleur, les faisceaux du pédoncule se rapprochent et s'anastomosent en anneau libéro-ligneux. La distribution des faisceaux entre les pièces florales s'effectue comme chez les genres déjà étudiés. La trace des pièces périanthaires se compose, comme chez le genre *Ornithogalum*, de *trois faisceaux*.

Il existe un faisceau externe pour chaque cloison du pistil situé au milieu des cloisons.

Les ovules naissent par séries de deux dans chaque loge. Ils sont horizontaux, anatropes, à funicule court, de forme très allongée dans le sens radial.

Les glandes septales n'existent pas dans le pistil de Gagea Liottardi, ce qui le distingue nettement du pistil de toutes les espèces étudiées d'*Ornithogalum* et d'*Allium*.

Le tissu conducteur se présente sous la forme de petites papilles recouvrant les placentas et les bords internes des carpelles. Ces derniers se disjoignent dans la partie moyenne et supérieure du pistil, à l'inverse de ce que j'ai observé dans les pistils des *Ornithogalum*.

L'épiderme recouvrant extérieurement l'ovaire est lisse.

En résumé, par la structure du pédoncule et de la fleur, le *Gagea Liottardi* est très différent des *Ornithogalum* avec lequel il a été confondu par un certain nombre d'auteurs. Il diffère encore plus des *Allium*, de sorte qu'il est préférable de le placer beaucoup plus loin de ce dernier genre que ne l'a fait Engler. D'autre part, il est difficile de mettre ce genre, avec Bentham et Hooker et les anciens auteurs, à côté d'*Erythronium Dens-canis*, comme on le verra plus loin. Ce genre présente des caractères différentiels tels, qu'il est préférable de le mettre dans une tribu bien distincte, celle des *Gagées,* ainsi que le fait Rouy.

Cette tribu paraît assez éloignée des Alliées et Ornithogalées, il est à présumer toutefois que grâce à l'étude anatomique ultérieure du pédoncule et de la fleur on pourrait trouver les termes de passage entre ces tribus et les genres voisins.

VIII. — TRIBU DES AGAPANTHÉES

13. — Genre *AGAPANTHUS* Lhér.

Agapanthus umbellatus Lhér.

Pédoncule. — La section est elliptique, son plus grand diamètre est de 2080 μ environ.

Par la structure du pédoncule, ce genre s'éloigne de tous ceux que j'ai décrits. Le système fasciculaire se compose de 12 faisceaux. Trois d'entre eux *A*, considérablement plus grands que les autres, sont disposés en triangle interne (fig. 30). Tous les autres *B*, groupés

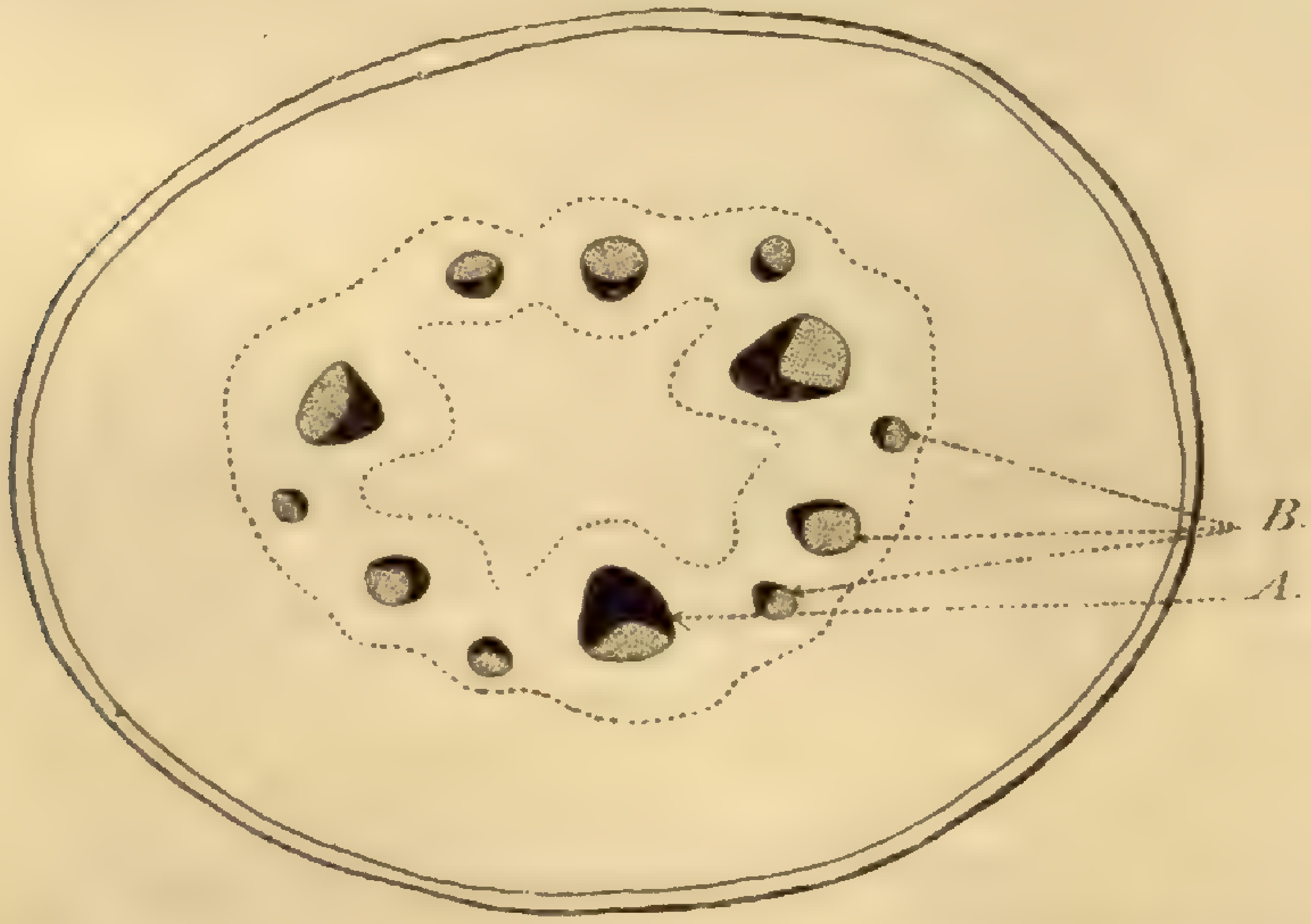


Fig. 30. — Coupe transversale du pédoncule d'*Agapanthus umbellatus.*

par 3, sont disposés en triangle alterne et à peine externe au premier. Le fait que les deux zones de faisceaux sont très peu éloignées l'une de l'autre rapprocherait le genre *Agapanthus* du genre *Gagea*.

Les vaisseaux présentent un calibre beaucoup plus grand que dans les genres déjà étudiés, ils sont disposés en V dont les branches renferment un petit massif de liber. Comme dans les autres genres étudiés, on observe de nombreux cloisonnements secondaires, intrafasciculaires.

La région centrale est constituée par du parenchyme ordinaire renfermant des cellules sécrétrices.

La gaine de petites cellules, se composant de 2 ou 3 assises, est fortement lignifiée, ainsi que le parenchyme entourant les faisceaux.

L'écorce se compose de 6-8 assises de cellules polygonales ou arrondies, renfermant également des cellules sécrétrices.

L'épiderme est constitué par des cellules beaucoup plus petites que les cellules corticales, elles sont étroites, un peu épaissies sur leurs faces internes et externes. La cuticule est lisse. Les stomates sont très nombreux. Les cellules stomatiques présentent des dimensions très faibles par rapport aux cellules annexes. Les parois internes et externes des cellules stomatiques sont cutinisées et portent des becs aigus convergents.

Fleur. — Sous la fleur, la lignification du parenchyme disparaît comme je l'ai observé chez les *Allium*. Les faisceaux du pédoncule s'anastomosent et se disposent en un large triangle et non en anneau. La trace des sépales et des pétales, à l'inverse de tous les *Allium*, se compose de *trois faisceaux* comme chez les *Gagea*.

Les faisceaux dorsaux des carpelles ne se ramifient pas et présentent leur liber entourant presque le bois. *Les faisceaux externes des cloisons n'existent pas ici.*

Les ovules sont nombreux et insérés en plusieurs séries de deux dans chaque loge. Ils sont ascendants, anatropes. Les téguments externes se prolongent en une longue aile lancéolée du côté de la chalaze.

Les *glandes septales existent,* mais l'épiderme qui les tapisse est beaucoup moins différencié que dans le genre *Allium*, de plus elles ne s'étendent radialement que jusqu'à la moitié des cloisons.

Le tissu conducteur se présente sous la forme de courtes papilles qui recouvrent les placentas. Ces derniers forment de véritables protubérances qui s'avancent jusqu'à la moitié des loges.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme également des cellules sécrétrices.

L'épiderme externe de l'ovaire est légèrement papilleux.

En résumé, le genre *Agapanthus* présente quelques affinités avec le genre *Gagea* et le genre *Allium*, mais d'autre part il possède trop de caractères différents pour être placé dans la même tribu que ces deux genres. Il serait préférable, à l'encontre de Bentham et Hooker, d'Engler et des anciens auteurs, de le classer dans une tribu voisine, mais distincte des Alliées et des Gagées, celle des Agapanthées, comme l'a fait Endlicher.

IX. — TRIBU DES ERYTHRONIÉES

14. — Genre *ERYTHRONIUM* L.

Erythronium Dens-canis L.

PÉDONCULE. — La section, à 1 cm. au-dessous de la fleur, est circulaire, 1200 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire comprend 3 zones de faisceaux (fig. 31).

La zone la plus interne se compose de 3 grands faisceaux *A* disposés en triangle ; ils présentent, en section transversale, la forme d'une coupe arrondie. Comme dans un grand nombre de Liliacées étudiées, on y observe des formations secondaires intrafasciculaires.

En dehors et en alternance avec ces 3 faisceaux *A*, on trouve 3 autres faisceaux *B* de dimensions beaucoup plus faibles.

Enfin, en dehors et autour de ces deux zones de faisceaux, quinze minuscules rameaux fasciculaires *b* sont disposés dans la gaine de petites cellules. Celle-ci comprend 4 à 5 assises de cellules, à parois très minces, elle fonctionne comme une véritable zone génératrice, car c'est dans ce tissu que se différencient, par un cloisonnement actif, les petits faisceaux du cercle externe.

La région interne du pédoncule se compose de cellules parenchymateuses, à parois légèrement sinueuses.

L'écorce, qui s'étend sur 4-5 assises, présente les mêmes caractères.

L'assise épidermique est constituée par des cellules plus étroites que celles de l'écorce, à parois latérales plissées, à parois internes et externes faiblement épaissies. Les faces externes, à peine bombées, sont revêtues d'une cuticule ondulée. Les stomates sont extrêmement nombreux ; les cellules stomatiques, légèrement plus petites dans le sens radial que les cellules annexes, sont un peu allongées ; leurs faces externes portent de forts épaississements et des becs cutinisés qui proéminent dans une grande chambre sous-stomatique. Les faces externes sont protégées par une cuticule denticulée semblable à celle des autres cellules épidermiques.

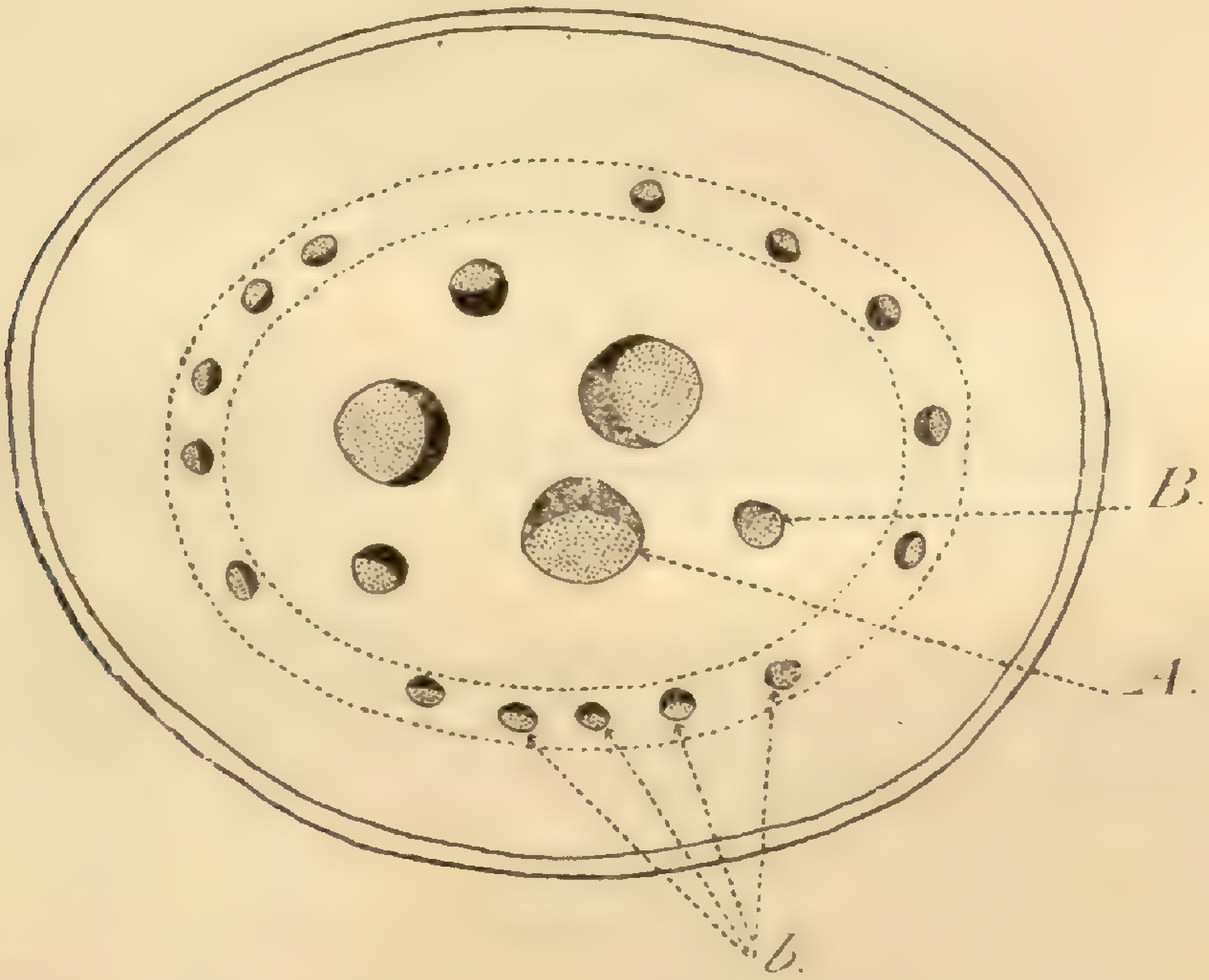


Fig. 31. — Coupe transversale du pédoncule d'*Erythronium Dens-canis.*

Par la structure du pédoncule, *Erythronium Dens-canis* est bien différent des genres déjà étudiés et s'en éloigne par l'existence d'une large zone génératrice autour du système fasciculaire.

(A suivre.)

LES HYBRIDES DE *RAPHANUS*

par Mademoiselle Y. TROUARD RIOLLE

Dans sa très intéressante étude sur l'hérédité et la variation, M. Rabaud (1) démontre que les théories néo-mendéliennes « ne donnent qu'une vue très superficielle et unilatérale des phénomènes et qu'elles négligent complètement la matière vivante. » Des recherches sur les hybrides de *Raphanus*, en se plaçant à un point de vue différent, conduisent aux mêmes conclusions.

D'après la loi de Mendel, les hybrides de première génération seraient habituellement tous semblables, chacun d'eux étant formé d'un mélange de caractères, les uns latents ou *récessifs*, les autres seuls visibles ou *dominants*, ces caractères étant susceptibles de se dissocier à la seconde génération pour donner des plantes dont les caractères se groupent selon la formule, bien connue sous sa forme la plus élémentaire ($a^2 + b^2 + 2ab$).

Pour que cette loi ait toute sa valeur il faudrait supposer, semble-t-il, que chaque hybride est une plante bien déterminée dont les caractères, récessifs ou dominants, restent les mêmes pendant toute la durée de la végétation.

Or, dans les hybrides de *Raphanus*, il n'en est pas ainsi et tout se passe comme si, selon la formule de Naudin (2) « un hybride était un individu où les deux essences différentes réunies garderaient leur mode de végétation et leur finalité particulière, essences qui se contrarieraient mutuellement et seraient sans cesse en lutte pour se dégager l'une de l'autre. L'*hybride* serait une *mosaïque vivante*, dont l'œil ne discerne pas les éléments discordants tant qu'ils restent entremêlés, mais qu'il peut apercevoir si, par la suite de leurs affinités, les éléments de même espèce se rapprochaient, s'agglo-méraient en masses un peu considérables pour former des parties discernables à l'œil, quelquefois des organes entiers. »

---

(1) E. Rabaud. *Recherches sur l'hérédité et la variation*. 1919 p. 170.

(2) Naudin, cité par Blaringhem. Les complexes végétaux et leurs disjonctions par la vieillesse. *(Annales de l'Institut Pasteur*, février 1918.)

Naudin pensait que cette dissociation ne se produisait que la seconde année. Dans les hybrides de *Raphanus* les caractères apparaissent changeants, variables, fluctuants, dès la première année.

J'ai démontré précédemment (1) que la Ravenelle sauvage *R. Raphanistrum* donnait avec les diverses variétés de *R. sativus* des hybrides, *superficiellement homogènes*, à la première génération et se dissociant visiblement dès la seconde. Je voudrais prouver aujourd'hui que cette homogénéité de l'ensemble coïncide avec une extrême variabilité des individus hybrides eux-mêmes.

Le matériel utilisé se composait :

1° de *R. Raphanistrum* sauvages, recueillis en Limousin et en Berry, loin de tout champ de Radis, et dont la pureté a été mise en évidence par une fixité remarquable des témoins, fixité contrôlée pendant quatre générations en culture pedigree.

2° de cinquante variétés de Radis provenant des semis de M. de Vilmorin.

1° Aspect général des hybrides de première génération.

Les croisements « Ravenelle × Radis » ou « Radis × Ravenelle » ont toujours donné, dès la première génération, des plantes bien plus développées que les parents, et surtout considérablement plus développées que les plantes provenant de graines autofécondées cueillies sur le même pied que les graines hybrides.

La figure ci-jointe donne une idée de la différence de grandeur entre un hybride de Ravenelle par Radis et une Ravenelle de même génération. La photographie a été prise à Grignon (Seine-et-Oise), la plante hybride avait plus d'1m,50 de hauteur.

Segeret (2) avait déjà obtenu un phénomène du même ordre avec un hybride entre un Radis rose à bout blanc, et un Chou, lui-même hybride (Volga Russian et Curled Savoy). Son « radis-chou » atteignait des proportions gigantesques.

---

(1) Y. Trouard Riolle. *Recherches morphologiques et biologiques sur les Radis cultivés*. 1914.

(2) A radish Cabbage hybrid Flippo Gravatt. (*The journal of Heredity*, 1914, p. 269.)

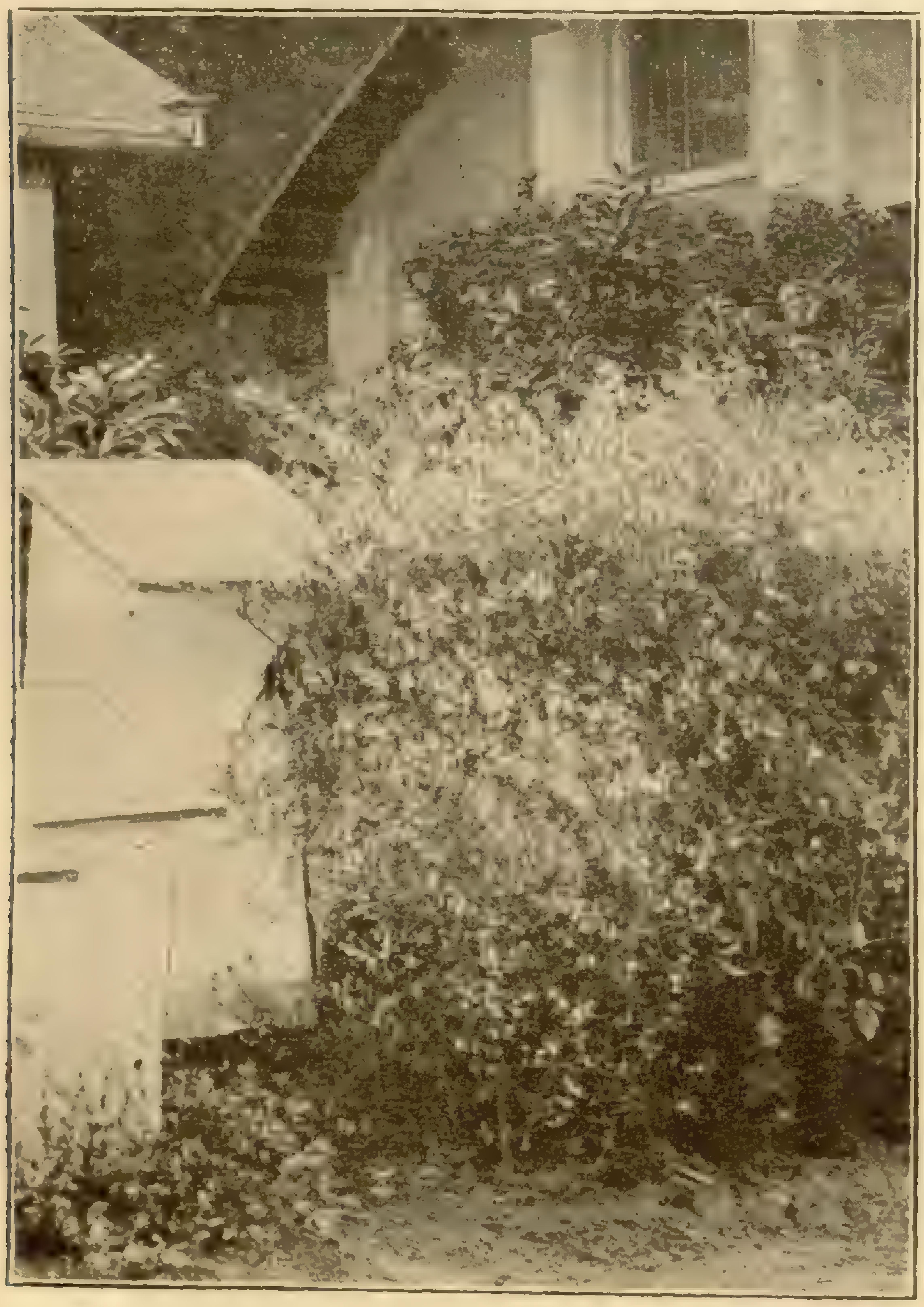


Fig. 1. — Comparaison d'une Ravenelle autofécondée et d'un hybride « Ravenelle × Radis » de même génération.

Dans les croisements « Ravenelles × Radis » et inverses, les résultats précédents ont été les mêmes, l'hiver en serre avec des graines semées en septembre, au printemps avec des graines semées en pleine terre et en été également en pleine terre. Tous les hybrides ont été bien plus développés que les Ravenelles correspondantes; toutefois, comme il fallait le prévoir, les semis d'été n'ont pas donné de plantes aussi géantes que celles obtenues en hiver avec des semis d'automne. Notons donc en passant que le seul fait de l'hybridation peut donner, au moins momentanément aux plantes hybrides, certains caractères que n'avaient pas les parents.

2° Couleur des fleurs.

Une deuxième constatation regarde la couleur des fleurs.

Toutes les Ravenelles utilisées ont été choisies à fleurs jaunes et les Radis, comme chacun sait, ont en majorité les fleurs blanches, souvent teintées de rose pour les Radis roses ou rouges, ou teintées de violet pour les Radis violets, jaunes ou noirs.

Or, dans l'ensemble, tous les hybrides de première génération ont eu, à la première floraison, les fleurs blanches. Cependant, *la règle n'est pas absolue* et surtout, *elle ne s'applique pas à toutes les floraisons de l'hybride*. Les exceptions constatées se sont produites dans le même sens, soit chez les hybrides cultivés en serre au printemps, soit chez les hybrides cultivés en pleine terre à l'été et à l'automne. Il semble donc bien que le milieu ou la saison n'agissent pas directement pour les produire, comme la chose serait possible selon la supposition de M. Rabaud (1) pour ses Souris blanchissantes.

En pleine terre, j'ai observé à Grignon un hybride de première génération ayant une tige à fleurs blanches comme la majorité des hybrides et une tige à fleurs jaunes, identiques à celles de la plante-mère.

Ces deux tiges étaient supportées par une même branche. Dès la première génération des hybrides, on peut donc obtenir une dissociation des caractères. Peut-être y a-t-il un exemple comparable à ceux des Cistes cités par Gard (2); en tout cas, l'exception, si rare soit-elle, empêche de donner à la loi d'uniformité des hybrides de première génération une valeur absolue.

---

(1) E. Rabaud *loc. cit.* p. 97.

(2) *La loi d'uniformité des hybrides de 1° génération est-elle absolue?* M. Gard, Bordeaux 1911.

Dans le même sens, mais d'une manière plus générale, on observe, soit en serre, soit en pleine terre, des variations de couleur parmi les fleurs des hybrides des dernières floraisons. J'ai observé une fois en serre sur un pied hybride, au milieu de nombreuses fleurs blanches, quelques fleurs ayant deux pétales jaunes et deux pétales blancs et, sur d'autres pieds, quelques fleurs rosées ou violettes suivant la nature des parents.

L'apparition de fleurs teintées, caractère récessif habituel, à la fin de la floraison, est assez constante, mais non pas générale.

Giard (1) avait signalé un phénomène de nature comparable en 1913 à propos des hybrides de Chardonneret (*Fringilla carduelis* L.) et du Serin (*F. canaria* L.). On signale aussi les chenilles issues du croisement du Bombyx de l'Ailante (*Samia Cynthia* Drury) avec le Bombyx du Ricin (*S. arrisidia* M. Edw.), qui ont d'abord la livrée de la chenille de l'Ailante et prennent celle de la chenille du Ricin après les premières mues ; de même les Souris blanchissantes de la descendance d'un couple « blanc × gris » de M. Rabaud (2). De tous ces faits il semble donc bien résulter, comme nous le disions au début, que les caractères dominants et récessifs n'ont rien d'absolu. Sur des milliers de croisements la couleur jaune des Ravenelles est nettement un caractère récessif et sur quelques pieds elle réapparait au même titre qu'un caractère dominant.

3° Structure des siliques.

Le caractère de la couleur des fleurs n'est pas du reste un caractère accessoire, il a un rapport très intime avec la structure des siliques.

Une première observation montre que les siliques d'hybrides sont intermédiaires entre celles des parents, soit au point de vue de la morphologie externe, soit au point de vue de l'anatomie, comme le montrent les figures ci-jointes. Et cependant une observation plus attentive démontre que sur un même pied la structure des siliques de l'hybride varie dans des limites très étendues. Alors que sur un pied de Radis cette variation est très faible, que sur un pied de Ravenelle elle est plus faible encore (1), on trouve sur les hybrides des siliques d'abord nettement intermédiaires entre celles des parents puis, dans les floraisons successives, on trouve des siliques voisines de celles des Radis qui correspondent aux fleurs teintées de rose ou de violet et des siliques voisines de celles des Ravenelles qui correspondent aux fleurs jaunes.

---

(1) A. Giard. Caractères dominants transitoires chez certains hybrides (*C. R. Soc. biologique* 1913).

(2) E. Rabaud, *loc. cit.* p. 97.

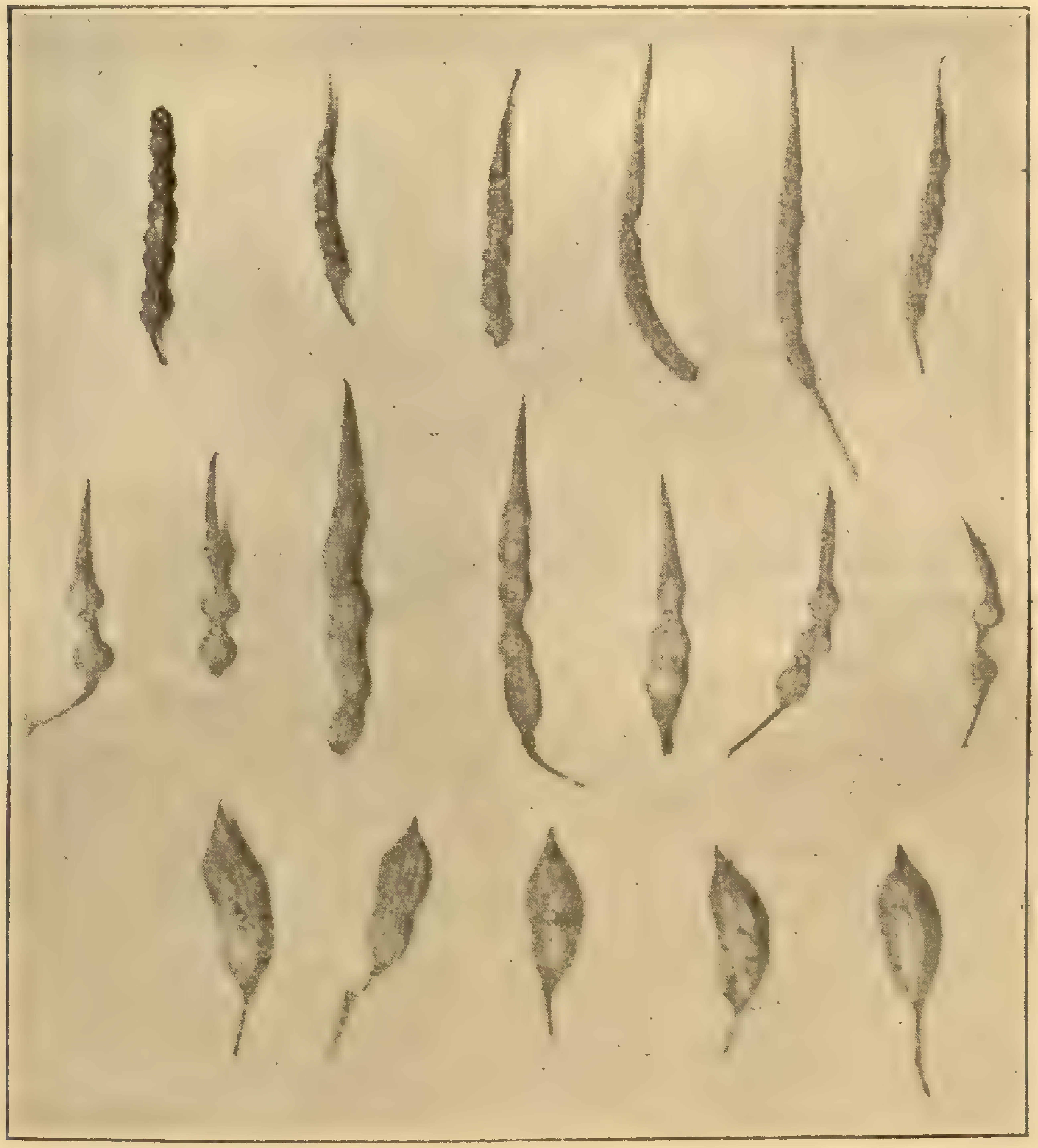
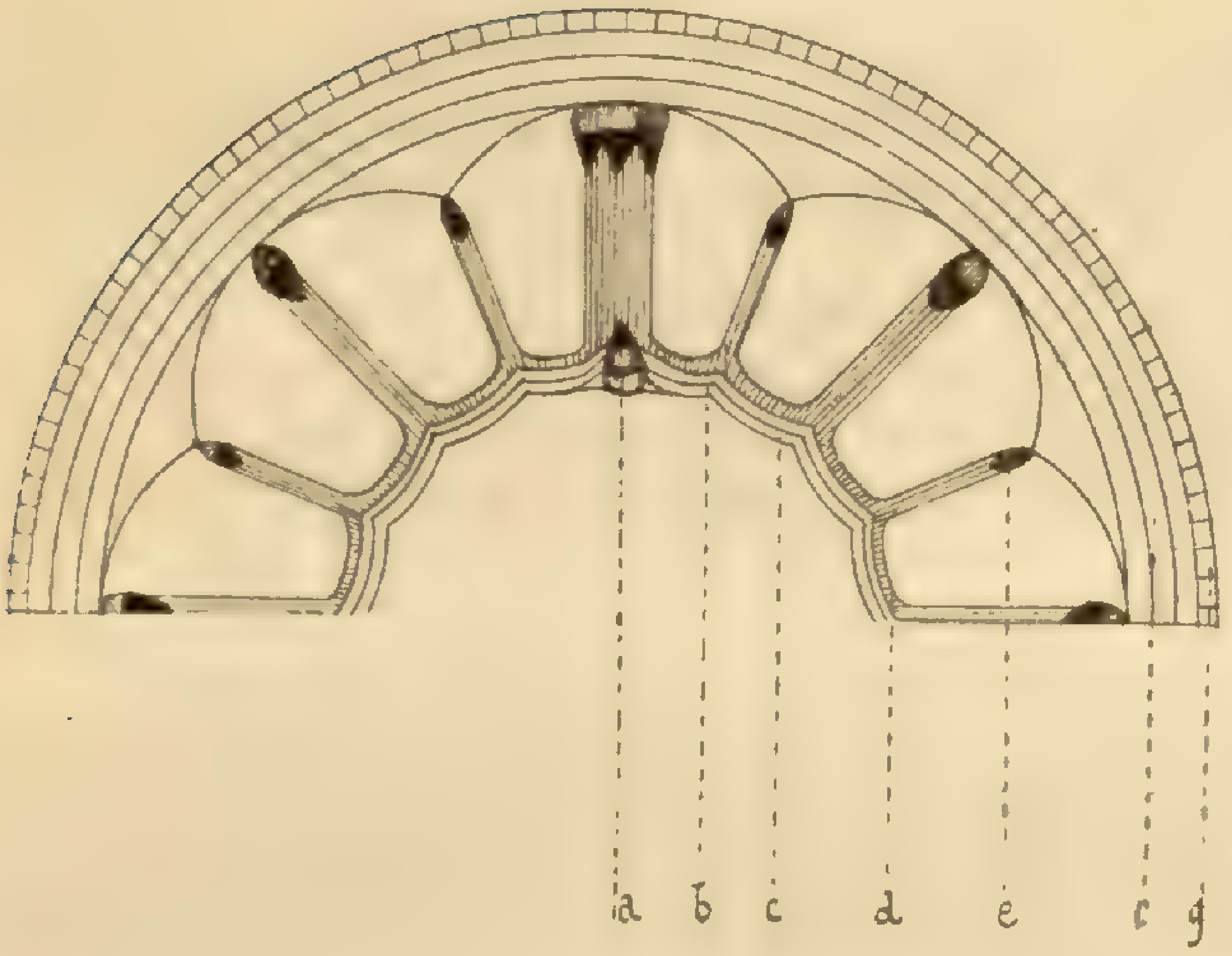


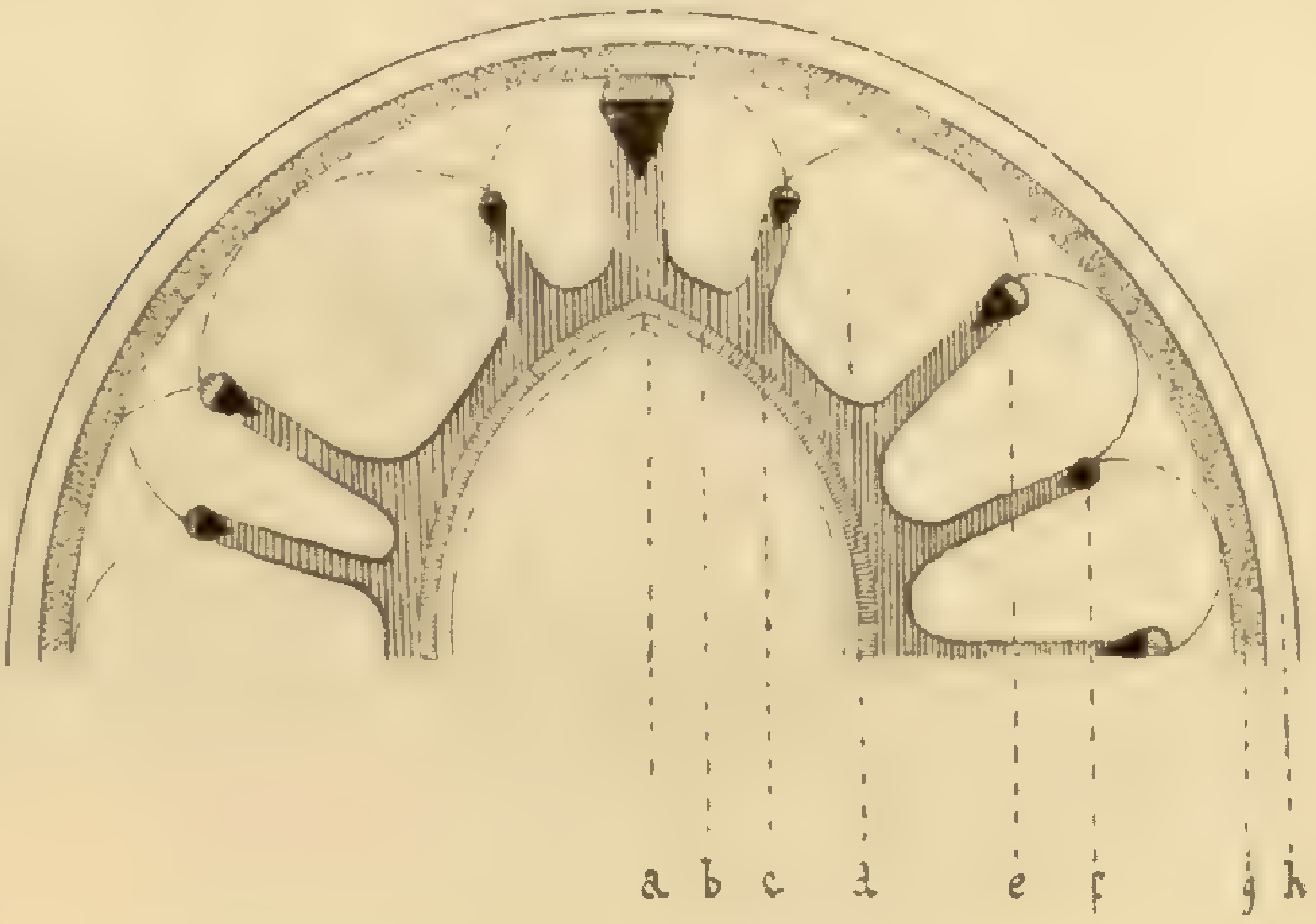
Fig. 2. — Comparaison entre les siliques de Ravenelles, de Radis et d'hybrides « Ravenelle × Radis ». (En haut, siliques de Ravenelles ; au milieu, siliques d'hybrides ; en bas, siliques de Radis.)

---

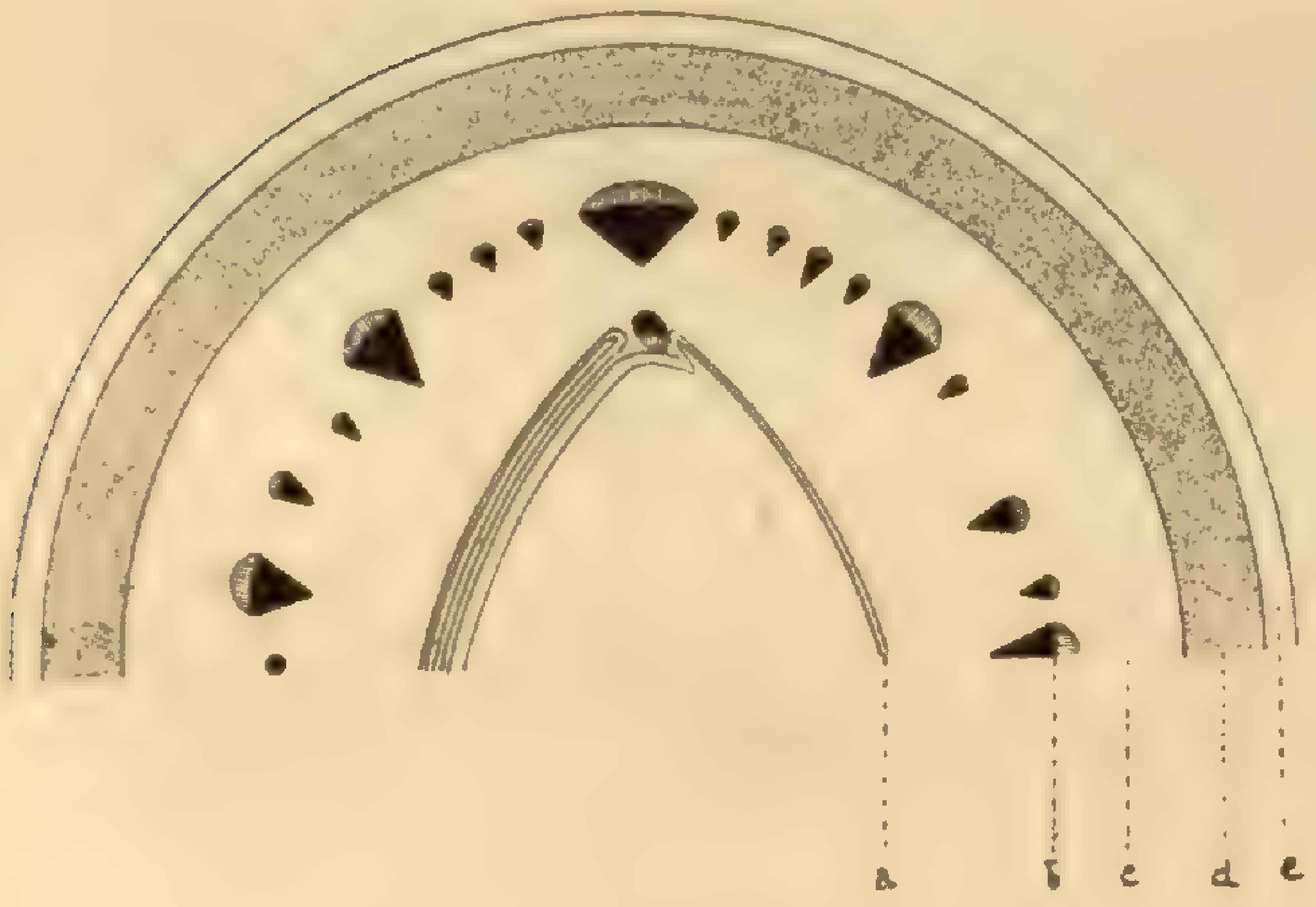
(1) Y. Trouard Riolle. *Recherches morphologiques et biologiques sur les Radis cultivés*, p. 110, 111, 112, 114 etc...



A) Schéma d'une coupe de silique de *R. Raphanistrum*. — *a*, faisceaux libéro-ligneux ; *b*, hypoderme ; *c*, épiderme interne ; *d*, cellules de parenchymes épaissies et formant des arcades ; *e*, petit faisceau libéro-ligneux ; *f*, assise externe de parenchyme ; *g*, épiderme externe.



B) Schéma d'une coupe de silique d'hybride au niveau de la plus grande largeur. — *a*, épiderme interne ; *b*, hypoderme sclérifié ; *c*, zones à arcades ; *d*, parenchyme ; *e*, gros faisceau libéro-ligneux ; *f*, petit faisceau libéro-ligneux ; *h*, épiderme externe.



C) Schéma d'une coupe de silique de *R. sativus*. — *a*, épiderme interne ; *b*, assise des faisceaux libéro-ligneux ; *c*, parenchyme ; *d*, parenchyme à cellules épaissies ; *e*, épiderme externe.

Fig. 3. — Anatomie comparée des siliques de Ravenelles, de Radis et d'hybrides « Ravenelle × Radis ».

J'ai observé le fait sur plusieurs hybrides et en particulier d'une façon très nette sur un croisement entre Ravenelle et Radis jaune.

La dissociation entre les caractères de l'hybride semble donc bien plus profonde qu'une simple dissociation superficielle de couleur.

Elle augmente à la deuxième génération.

De plus, les types qui semblent revenir aux parents, selon les principes de la loi de Mendel, ne sont pas identiques aux types originels. On trouve des Ravenelles à fleurs jaunes tubérisées, des Radis à fleurs roses non tubérisés et à siliques de Ravenelles et toute une série de plantes intermédiaires entre les deux types extrêmes qui peuvent, tant bien que mal, se classer selon la formule mendélienne, mais qui démontrent que pour le cas considéré la loi de Mendel n'est qu'une loi directive.

4° La chimie des hybrides.

Au point de vue chimique, j'ai étudié les hybrides de *Raphanus* sous deux rapports.

1° Les hydrates de carbone des racines;

2° Les anthocyanes des tubercules et des fleurs.

En ce qui concerne les hydrates de carbone, il semble que la composition chimique de l'hybride soit différente de celle des parents. La taille des grains d'amidon est intermédiaire, mais la forme reste la même, forme de petite cloche très caractéristique.

Le *R. Raphanistrum* ne contient normalement qu'une petite quantité de sucre dans ses racines, mais toujours une forte proportion d'amidon, environ 3 à 4 g. pour 100 g. de matières fraîches. Cultivés à la même époque, dans le même terrain et les mêmes conditions hygrométriques, les Radis contiennent tous des sucres, mais peu d'amidon. Par exemple un petit Radis rose (radis triomphe) a donné à l'analyse 1g,60 de sucre et 0g,60 d'amidon pour 100 g. de poids frais; le Radis rose à bout blanc, 1g,30 de sucre et des traces à peine sensibles d'amidon. L'hybride entre Radis rose et Ravenelle, analysé dans les mêmes conditions, a donné 1g,90 de sucre et 0g,60 d'amidon.

Le phénomène de l'hybridation qui influe sur la taille, semblerait donc influer aussi sur la composition chimique des plantes à la première génération. La question des anthocyanes donne des indications semblables.

On sait que l'action des acides et des bases sur les anthocyanes de Radis permet de diviser les tubercules de ces plantes en trois groupes :

1° Radis roses ou rouges ; 2° Radis violets ; 3° Radis noirs, gris, jaunes et blancs.

Or, en croisant un Radis rouge par un Radis noir ou gris, on obtient des Radis violets d'une teinte plus ou moins foncée.

En croisant un Radis rouge par un Radis noir, on obtient aussi des Radis violets mais avec une dissociation bien plus grande qui provient très certainement de ce fait que les Radis jaunes sont eux-mêmes des hybrides.

En croisant un Radis rouge par un Radis violet, c'est le pigment violet qui l'emporte comme dans les essais « *in vitro* ». Peut-on dire très réellement que le pigment violet soit un caractère dominant dans ces croisements ? Il se conduit comme tel, mais cela semble tenir tout simplement à la concentration du pigment violet, le mélange d'une solution rouge et d'une solution violette d'anthocyane de radis donnant une solution qui garde les caractères d'une solution violette.

Ces quelques faits suffisent amplement à démontrer, comme le rappelait justement M. Rabaud (1) qu'en fait de génétique « toute conclusion absolue, toute précision prématurée supposent une part importante d'hypothèse et dépassent les données de l'expérience et de l'observation » si, comme le remarque M. Guyénot : « L'un des résultats les plus généraux des recherches modernes de biologie expérimentale a été d'opposer à l'ancienne conception darwinienne de la variabilité presque indéfinie des formes vivantes, la constatation d'une remarquable fixité des types organisés dans les limites de temps où nous les considérons (2) ; » il ressort avec la même netteté des recherches biologiques récentes que les phénomènes vitaux sont d'une complexité extrême. Tout ce qui concerne la vie est essentiellement mobile et changeant, aussi est-il presque impossible de généraliser d'une façon absolue les conséquences des observations particulières, si l'on ne veut pas s'écarter de la réalité.

---

(1) *loc. cit.*, p. 172.

(2) *Revue générale des Sciences* p. 302, n° du 30 mai 1918. Hérédité et variation E. Guyénot.

La loi de Mendel a rendu et rend encore de grands services à la génétique mais sa valeur de loi mathématique ne semble qu'approchée.

Lotsy (1) a pu écrire que nous ne savons à peu près rien de la cause dernière de l'évolution et absolument rien en ce qui concerne l'hérédité. En tenant compte de tout ce que le style un peu paradoxal de l'auteur contient d'exagération, il faut bien reconnaître que son opinion renferme une grande part de vérité.

---

(1) Lotsy. *Evolution by means of hybridization*, 1916.

CHRONIQUES ET NOUVELLES

Nous avons le regret d'annoncer le décès de M. Emile BURNAT, chevalier de la Légion d'Honneur, à l'âge de 92 ans, bien connu par ses beaux travaux sur la Flore des Alpes-Maritimes.

⁂

M. NICOLAS, Maître de conférences à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy, est nommé Chargé de cours à la Faculté des Sciences de l'Université de Toulouse.

⁂

M. DAUZÈRE, Docteur ès-Sciences, Agrégé des Sciences physiques, est nommé Directeur-Adjoint de l'Observatoire du Pic du Midi, en remplacement de M. Rey, démissionnaire. (On sait que cet Observatoire comprend un Service botanique, actuellement confié à M. Joseph Bouget.)

⁂

M. Gaston BONNIER a été élu membre étranger de la Société Linnéenne de Londres.

⁂

Un Cours complémentaire de Botanique agricole est créé, à partir du 1er novembre 1920, à la Faculté des Sciences de l'Université de Lyon.

⁂

Un concours a été ouvert le 4 Octobre 1920, à l'Institut Agronomique, pour la nomination du Professeur titulaire de la Chaire de Biologie des plantes cultivées.

Nemours. — Imp. Henri BOULOY. *Le Gérant :* Henri BOULOY.

RECHERCHES SUR LE RÔLE PHYSIOLOGIQUE DE LA SAPONINE

par M. Venceslas MOYCHO

Les glucosides ont été considérés tantôt comme des substances pouvant être utilisées par l'organisme végétal à certaines périodes de son développement, tantôt comme des produits de déchet, éliminés du cycle des phénomènes nutritifs, et qui néanmoins seraient susceptibles de servir parfois de moyens de défense et de protection pour la plante.

Ces opinions sont d'ailleurs basées sur un très petit nombre de résultats d'expériences et sur des observations relatives seulement à quelques-uns des nombreux glucosides connus.

Pour résoudre le problème du rôle physiologique des glucosides, il faudrait connaître l'origine et le mode de formation de ces substances, ainsi que l'évolution de la plupart d'entre elles au cours du développement de la plante.

Parmi les glucosides, les saponines, malgré leur répartition très étendue dans le règne végétal — elles existent dans plus de 70 familles —, malgré leur accumulation en quantité parfois très élevée dans les organes de certaines espèces, sont encore très incomplètement connues, aussi bien au point de vue chimique qu'en ce qui concerne leur rôle physiologique dans l'organisme des végétaux qui les produisent.

C'est à Kobert et à ses élèves que nous devons la plus grande partie de nos connaissances chimiques sur ces corps. Kobert (1) leur attribue la formule générale $C^n H^{2n-8} O^{10}$. Ce sont des glucosides se transformant par hydrolyse en un ou plusieurs sucres et en un composé non azoté — une sapogénine — renfermant un ou plusieurs oxhydriles éthérifiables. Les saponines sont solubles dans l'eau, l'éther acétique, l'alcool aqueux ; elles sont insolubles dans l'éther et dans l'alcool absolu froid. Les sapogénines, produits de dédoublement des saponines, sont insolubles dans l'eau et dans l'éther, mais solubles dans l'alcool fort.

Les propriétés particulières des différents termes du groupe des saponines étant encore mal définies, le nombre des saponines varie dans une très large mesure suivant les différents auteurs.

Les recherches effectuées jusqu'à maintenant sur le rôle physiologique joué par les saponines dans l'organisme végétal ont donné des résultats insuffisants pour qu'il soit possible d'entrevoir ce rôle.

Weevers (2), étudiant l'évolution de l'ensemble des glucosides dans les graines d'*Æsculus Hippocastanum*, constata que la quantité de glucosides diminue pendant la germination des graines aussi bien à la lumière qu'à l'obscurité, la diminution étant toutefois plus sensible à l'obscurité. Il en conclut que les saponines, qui représentent une grande partie des glucosides existants, constituent dans ces graines des matières de réserve.

Les travaux de Mlle Marie Korsakoff (3) offrent un grand intérêt au point de vue qui nous occupe. Après avoir établi une méthode très satisfaisante de dosage des saponines — basée sur la détermination de la quantité de sapogénine formée au cours de l'hydrolyse du glucoside — l'auteur a tout d'abord appliqué cette méthode à l'étude de la distribution des saponines dans les différents organes du *Saponaria officinalis* et de l'*Agrostemma Githago*.

Dans la Saponaire, la tige contient 1,38 de saponine °/o de substance sèche ; les graines mûres, 1,56 °/o ; la racine est plus riche et en contient 6,6 °/o.

Dans l'*Agrostemma*, la racine, la tige, les feuilles ne contiennent que des quantités à peine dosables de saponine, tandis que la graine mûre en renferme 3,1 °/₀ de la substance sèche.

---

(1) Kobert. *Biochem Handlex*. B. VII, p. 145, 1910.

(2) Weevers. Die physiologische Bedeutung einiger Glucoside. *(Jahrb, f. wiss. Bot.* T. XXXIX, p. 229, 1903).

(3) Marie Korsakoff. Recherches biochimiques sur les saponines. *(Revue générale de Botanique*, T. XXVI, pages 225-244, 1914).

L'accumulation de la saponine dans les deux plantes se fait d'une façon parallèle à celle des substances de réserve. Ainsi, dans la Saponaire, plante vivace par sa racine, c'est précisément dans la racine que se trouve la quantité la plus élevée de saponine ; dans l'*Agrostemma*, plante annuelle, c'est la graine qui est l'organe le plus riche.

Mlle Marie Korsakoff étudie ensuite les variations que subissent la saponine et les sucres au cours de la maturation des graines d'*Agrostemma*. Elle dose la saponine et les sucres, pendant la formation des graines, dans les feuilles, dans les péricarpes et dans les graines elles-mêmes. Il résulte de ces recherches que les sucres émigrent des feuilles où ils se forment aussi rapidement qu'ils y prennent naissance, car leur proportion reste très faible dans ces organes. Les sucres ne se trouvent également qu'en quantité très faible dans les péricarpes ; par contre, ils s'accumulent dans les graines jeunes. Les graines jeunes sont donc riches en sucres, mais ne contiennent que de très petites quantités de saponine. A mesure que les graines mûrissent les sucres diminuent peu à peu, tandis que la saponine s'accumule en proportion de plus en plus grande.

L'auteur en conclut que la saponine se forme dans la graine même.

Mlle Korsakoff a ensuite expérimenté en vue de réunir des renseignements sur le rôle physiologique de la saponine. La saponine est-elle une substance de réserve ou au contraire un produit non susceptible d'être utilisé ultérieurement par l'organisme végétal ? Il résulte des dosages qu'elle a effectués sur des graines d'*Agrostemma* non germées, sur de jeunes plantules provenant de graines ayant germé à l'obscurité et enfin sur de jeunes plantules provenant de graines ayant germé à la lumière, que les plantules renferment sensiblement la même quantité de saponine que les graines dont elles proviennent. Au cours de la germination, une grande partie des substances constitutives de la graine disparaît, le poids de la substance sèche diminue, mais la quantité de saponine ne varie pas.

La saponine, qui se localise presque exclusivement dans les organes de conservation — racine de Saponaire, graines d'*Agrostemma* — ne subit donc pas de variations au cours de la germination des graines d'*Agrostemma* et, dans ce cas tout au moins, ne se comporte pas comme une substance de réserve.

La saponine resterait-elle comme un témoin indifférent au milieu des nombreuses transformations de substances qui se produisent dans l'organisme végétal ? C'est une manière de voir difficile à admettre si l'on tient compte du fait que dans beaucoup d'organes, dans la racine de Saponaire par exemple, elle atteint une proportion très élevée (6 à 7 °/₀).

* * *

Dans le but de recueillir de nouvelles données sur le rôle physiologique des saponines, j'ai entrepris des recherches sur la racine de *Saponaria officinalis*. M. R. Combes a bien voulu mettre à ma disposition un champ de ces plantes qu'il avait fait cultiver au Laboratoire de Biologie de Fontainebleau pour servir à l'étude de cette question. Je suis heureux de pouvoir lui exprimer ma sincère et profonde reconnaissance pour l'assistance éclairée qu'il m'a donnée au cours de mon travail. J'adresse à M. Gaston Bonnier mes bien vifs remerciements pour l'hospitalité qu'il m'a donnée dans son laboratoire de la Sorbonne et pour la bienveillance qu'il m'a témoignée pendant toute la durée de mon séjour.

La technique de dosage de la saponine adoptée dans ces recherches est à peu près celle qui a été établie par Mlle Marie Korsakoff.

La racine de la Saponaire est extraite en entier. Une petite portion sert à la détermination de l'humidité. La plus grande partie, destinée au dosage de la saponine, est séchée à 80°, pulvérisée et épuisée par quatre traitements successifs à l'alcool à 65° bouillant. Le filtrat (environ 200 cc. par 10 g. de plante sèche), débarrassé de l'alcool par distillation, est évaporé au bain-marie, dans une capsule, en présence de magnésie calcinée (20 g. de magnésie par 10 g. de plante sèche traitée). Le produit obtenu est repris quatre fois par de l'alcool à 85° bouillant. A la solution alcoolique obtenue, filtrée et additionnée d'un peu d'alcool à 95°, on ajoute deux volumes d'éther sulfurique. Il se forme un précipité, constitué en majeure partie par de la saponine qui, après un repos de 24 heures, devient adhérent aux parois du flacon dans lequel le mélange a été fait. On filtre et on dissout le produit précipité dans un peu d'eau chaude. La solution aqueuse est filtrée, puis additionnée de 3 °/o d'acide sulfurique. On porte le liquide obtenu à l'autoclave à la température de 105° que l'on maintient pendant une heure. Dans ces conditions, la saponine est hydrolysée. La sapogénine libérée se précipite sous forme d'une substance brunâtre. On filtre ; la sapogénine recueillie est lavée à l'eau chaude jusqu'à ce que les eaux de lavages ne forment plus de précipité par addition de chlorure de baryum ; on dissout ensuite dans l'alcool à 95° la sapogénine ainsi lavée. Le filtrat est recueilli dans un flacon à tare, on élimine l'alcool en chauffant dans une étuve vers 60°, et on dessèche ensuite complètement à 105° la sapogénine déposée. On détermine par pesée la quantité de la sapogénine formée et on déduit par le calcul la quantité de la saponine correspondante. D'après Kobert (1) et Schultz (2), la proportion de sapogénine contenue dans la saponine de Saponaire est de 32,1 °/o.

Le dosage de la saponine a été effectué sur des racines de Saponaire récoltées à des époques différentes de l'année. Pour chaque époque, on a récolté trois ou quatre lots de racines et l'on a dosé la saponine séparément dans chacun de ces lots. La détermination de l'humidité a été faite seulement sur deux lots.

⁂

Récolte du 24 mars. — A cette époque, l'appareil aérien commence à se développer ; les tiges feuillées sont encore très courtes et atteignent en moyenne 3 cm. de hauteur.

Les résultats des analyses portant sur les quatre lots de racines récoltées sont réunis dans le tableau suivant :

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAÎCHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAÎCHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	9 mm	17,43	68,85	0,1045	6,11
Lot n° 2	9 mm	13,10		0,0751	5,83
Lot n° 3	8 mm	10,86	69,80	0,0717	6,69
Lot n° 4	6 mm	10,95		0,0850	7,81

---

(1) ABDERHALDEN. Biochemischen Handlexikon. Vol. VII, p. 145.

(2) SCHULTZ. Arbeiten der pharmacolog. Institut zu Dorpat., T. XIV, p. 88.

La proportion moyenne de la saponine contenue à cette époque de l'année, dans les racines sèches de Saponaire analysées, est donc de 6,61 °/₀. Ce résultat concorde avec ceux de divers auteurs qui ont effectué des dosages analogues et notamment avec ceux obtenus par Mlle Marie Korsakoff.

Récolte du 5 Mai. — L'appareil aérien est déjà assez développé. Les tiges feuillées atteignent 16 cm. de longueur.

Le tableau suivant contient les résultats obtenus dans les analyses ; un accident survenu au cours des opérations a empêché d'obtenir le poids de la sapogénine contenue dans l'un des lots.

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAÎCHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAÎCHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	9 mm	28,04	67,95	»	»
Lot n° 2	9 mm	21,09		0,1540	7,01
Lot n° 3	8 mm	30,00	70	0,1640	5,51
Lot n° 4	7 mm	12,85		0,0638	5,00

La proportion moyenne de la saponine contenue en mai dans les racines sèches de Saponaire analysées est de 5,84 °/₀. Cette proportion est assez voisine de celle trouvée en mars.

Récolte du 10 juin. — L'appareil aérien est alors très développé. Il présente une hauteur moyenne de 35 cm. Les résultats des analyses sont les suivants :

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAÎCHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAÎCHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	9 mm	21,48	69,10	0,1416	6,61
Lot n° 2	8 mm	14,78		0,0997	6,79
Lot n° 3	8 mm	15,06	69,1	0,0878	5,92
Lot n° 4	8 mm	17,74		0,1107	6,11

La proportion moyenne de la saponine contenue en juin dans les racines sèches de Saponaire analysées est de 6,36 °/₀. Cette proportion est sensiblement la même que celle trouvée en mars ; elle ne s'est pas notablement modifiée du 24 mars au 10 juin, quoique pendant ce temps l'appareil aérien ait acquis un grand développement.

Récolte du 28 juillet. — L'appareil aérien est plus développé encore qu'au stade précédent ; il atteint une hauteur de 45 cm. en moyenne. De nombreuses fleurs se sont formées. Les feuilles de la base des tiges se dessèchent et tombent.

Les analyses n'ont porté, à ce stade, que sur trois lots ; elles ont donné les résultats suivants :

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAÎCHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAÎCHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	6 mm	20,35	70,4	0,0650	3,20
Lot n° 2	4 mm 5	9,15		0,0340	3,73
Lot n° 3	6 mm	12,75	67,7	0,0644	3,86

La proportion moyenne de la saponine contenue en juillet dans les racines sèches de Saponaire analysées est de 3,59 °/₀.

La teneur en saponine qui, pendant toute la période du développement qui précède la floraison, s'est maintenue sensiblement constante, semble donc subir au moment de la floraison une baisse qui l'amène à la moitié environ de sa valeur primitive.

Récolte du 18 août. — L'appareil aérien a continué à se développer. Les feuilles de la base des tiges se dessèchent et tombent. Les feuilles supérieures n'ont plus la teinte vert foncé qu'elles présentaient aux stades antérieurs. Les jeunes pousses se développent aux nœuds inférieurs. Les pieds sont couverts de fleurs.

A ce stade comme au précédent, trois lots seulement ont été analysés :

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAÎCHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAÎCHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	5 mm 5	9,25	66,1	0,0325	3,21
Lot n° 2	5 mm	5,78		0,0212	3,36
Lot n° 3	8 mm	20,47	66	0,0697	3,14

La proportion moyenne de la saponine contenue en août dans les racines sèches de Saponaire analysées est de 3,23 °/₀. La baisse dans la teneur en saponine de la racine de Saponaire, constatée au début de la floraison, se maintient donc pendant que de nouvelles fleurs apparaissent et que les plus âgées donnent des fruits et des graines.

Récolte du 29 octobre. — L'appareil aérien est presque complètement dépourvu de feuilles ; les tiges présentent quelques pousses peu développées dans leur région inférieure. Les inflorescences portent des fruits contenant des graines mûres.

L'analyse a porté sur quatre lots :

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAÎCHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAÎCHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	8 mm	21,5	64,1	0,1241	5,00
Lot n° 2	7 mm	11,9		0,0392	3,00
Lot n° 3	8 mm	9,28		0,0375	3,49
Lot n° 4	7 mm	15,5		0,0819	4,58

La proportion moyenne de la saponine contenue en octobre dans les racines sèches de Saponaire analysées est de 4,02 °/₀. Elle est un peu supérieure à celle qui a été trouvée dans les racines pendant la floraison. On voit d'ailleurs que sur les quatre racines analysées, deux ont une teneur faible en saponine, comparable à celle des racines de plantes en fleurs, tandis que les deux autres sont plus riches en glucosides, et tendent à reprendre la teneur constatée dans les racines avant la floraison.

Récolte du 20 janvier. — L'appareil aérien a été détruit par les froids, on remarque seulement sur un petit nombre de pieds dans le champ de Saponaires quelques petites rosettes de feuilles qui ont subsisté.

L'analyse a porté sur trois lots :

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAICHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAICHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	9 mm 5	21,36	69,6	0,1162	5,58
Lot n° 2	9 mm	22,20		0,1277	6,24
Lot n° 3	11 mm	30,62	70	0,1612	5,43

La proportion moyenne de la saponine contenue en janvier dans les racines sèches de Saponaire analysées est de 5,75 °/₀. La teneur en saponine a donc augmenté dans les racines pendant les premiers mois d'hiver, c'est-à-dire pendant que les plantes sont en période de repos. La proportion moyenne trouvée en janvier, 5,75 °/₀, est très voisine de celle trouvée en mai (5,84 °/₀).

Le tableau suivant résume les résultats relatifs à la teneur des racines en saponine aux diverses époques considérées.

MOIS	SAPONINE POUR 100 DE SUBSTANCE SÈCHE
Mars	6,61
Mai	5,84
Juin	6,36
Juillet	3,59
Août	3,23
Octobre	4,02
Janvier	5,75

Il ressort de ce tableau que pendant le développement de l'appareil végétatif aérien, la teneur en saponine de la racine de la Saponaire se maintient très constante. Dès le début de la floraison, la proportion de la saponine diminue, tombant à la moitié de sa valeur primitive ; cette faible teneur en glucoside persiste pendant toute la durée de la floraison et pendant la formation des graines. Ensuite, la racine s'enrichit progressivement en saponine, de telle sorte qu'elle retrouve au milieu de l'hiver la teneur qu'elle avait au début du printemps précédent.

⁂

Les recherches qui viennent d'être exposées montrent que les saponines ne diminuent pas et, par conséquent, ne doivent pas être utilisées pendant le développement de l'appareil aérien, ce développement se faisant cependant, au moins au début, aux dépens des matières de réserve de la racine. Pour m'assurer que la formation des tiges et des feuilles ne coïncide pas avec une diminution de la saponine, j'ai fait l'expérience suivante :

Sur des pieds de Saponaire ayant formé un appareil aérien assez développé, les organes aériens sont sectionnés au niveau du sol dans les premiers jours du mois de mai, c'est-à-dire longtemps avant la floraison. De nouveaux organes aériens se reconstituent alors, cette reconstitution nécessitant une nouvelle dépense de matières nutritives de réserve provenant de la racine. En août, lorsque de nouvelles tiges et feuilles ont pris un assez grand développement, ces pieds sont arrachés et la saponine est dosée dans la racine. Les résultats obtenus dans les dosages effectués sur deux racines ont été les suivants :

	DIAMÈTRE DES RACINES PRÈS DU COLLET	POIDS DES RACINES FRAICHES	EAU CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES FRAICHES	SAPOGÉNINE TROUVÉE	SAPONINE CALCULÉE CONTENUE DANS 100 GR. DE RACINES SÈCHES
Lot n° 1	6 mm	7,72	63,4	0,0510	5,67
Lot n° 2	6 mm	7,48	64,03	0,0420	4,83

La teneur moyenne en saponine est donc de 5,25 °/o.

La teneur trouvée en mai dans la racine des pieds n'ayant formé qu'une fois leur appareil aérien étant de 5,84 °/o, on voit que le fait d'avoir formé deux fois leur appareil aérien n'a pas modifié sensiblement la teneur en saponine des racines des pieds sur lesquels ont porté les expériences.

Par conséquent, il semble bien établi que la saponine contenue dans la racine de Saponaire ne prend aucune part au développement de l'appareil végétatif aérien de la plante.

Ces résultats sont en concordance avec ceux constatés par Mlle Marie Korsakoff chez l'*Agrostemma Githago* ; j'ai rappelé plus haut que cet auteur a montré, en effet, qu'au cours de la germination, pendant la croissance de la plantule, la quantité de saponine contenue dans la graine ne subit aucune variation sensible.

⁂

Les résultats des dosages mettent en évidence, par contre, une diminution de la teneur en saponine dans les racines de Saponaire pendant la floraison et la formation des graines. On serait ainsi amené à admettre une utilisation du glucoside pendant la formation des fleurs et la maturation des graines. De nouvelles recherches sont nécessaires pour contrôler cette opinion et déterminer si la diminution constatée dans la teneur en saponine de la racine doit être réellement rapportée à une utilisation du glucoside au cours de la formation des organes reproducteurs.

Il est intéressant de noter, d'autre part, les conditions dans lesquelles la saponine se reforme dans la racine en automne et pendant l'hiver. Le glucoside s'accumule très lentement. De plus, lorsqu'il commence à augmenter, les feuilles sont déjà très altérées et les phénomènes de synthèse chlorophyllienne dont elles sont le siège doivent être très peu actifs. L'accumulation continue d'ailleurs pendant l'hiver, c'est-à-dire lorsque l'appareil foliaire a disparu. Par conséquent, on ne peut expliquer l'accumulation de la saponine qui a lieu dans la racine pendant l'automne et l'hiver par la formation du glucoside dans les feuilles suivie d'une émigration vers la racine.

L'opinion de Kobert, d'après laquelle les saponines se formeraient dans les feuilles et émigreraient ensuite vers les autres parties de la plante, ne paraît donc pas fondée.

La saponine semble se former dans la racine elle-même aux dépens de corps qui s'y trouvent accumulés, des hydrates de carbone par exemple. Il y aurait lieu toutefois, pour donner à cette explication la valeur d'une certitude, de montrer que la saponine qui s'accumule ainsi dans la racine, ne provient pas d'une émigration vers cet organe du glucoside contenu dans les bases de tiges aériennes et dans les tiges souterraines qui subsistent pendant l'hiver.

Il est utile de rappeler à ce sujet que les recherches de Mlle Korsakoff sur les graines d'*Agrostemma Githago* l'ont également amenée à cette conclusion que la saponine qui s'accumule dans ces graines se forme dans ces organes eux-mêmes, aux dépens des matières de réserve qui s'y trouvent.

RECHERCHES ANATOMIQUES
SUR LE PÉDONCULE ET LA FLEUR
DES
LILIACÉES

par Madame V.-C. GATIN

(suite)

Fleur. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales s'effectue d'une manière légèrement différente. A ce point de vue, le système fasciculaire présente une organisation supérieure. Dans les fleurs que j'ai étudiées jusqu'ici, je n'ai pas observé de spécialisation des faisceaux pour l'une ou l'autre pièce florale. Dans les espèces examinées, il se produisait d'une manière très uniforme un anneau libéro-ligneux d'où partaient les faisceaux floraux. Chez l'*Erythronium*, au contraire, les faisceaux des sépales, ceux des pétales, de l'androcée et du gynécée possèdent leur système fasciculaire propre. Effectivement (fig. 32), les faisceaux *b* de la zone externe se dirigent par groupes de 5 dans les sépales; immédiatement au-dessus, les faisceaux *B* passent en se divisant en *trois fascicules* dans les pétales. La trace des pièces périanthaires se compose donc de *cinq* faisceaux pour chaque sépale et de *trois* faisceaux pour chaque pétale. Les faisceaux staminaux et carpellaires proviennent des faisceaux de la zone interne de la manière suivante. Chaque faisceau *A* se divise en trois branches fasciculaires, une médiane A_1 et deux latérales A_2.

La médiane donne d'abord les faisceaux A_1ES des étamines épisépales et se dirige ensuite dans la région dorsale de chaque carpelle tandis que les latérales s'incurvent à droite et à gauche et s'unissent deux à deux. Les nouveaux faisceaux qui proviennent de cette jonction se divisent en 2 nouvelles branches fasciculaires, la branche externe A_2EP passe dans l'étamine épipétale, tandis que la branche interne A_2C se continue et passe dans la région externe des cloisons du pistil. Les faisceaux A_1 se divisent également en 3 rameaux après le départ des faisceaux A_1ES ; les médians A_1D se ramifient dans la région dorsale des carpelles, tandis que les latéraux A_1Pl se dirigent à l'intérieur de la fleur et vascularisent les placentas.

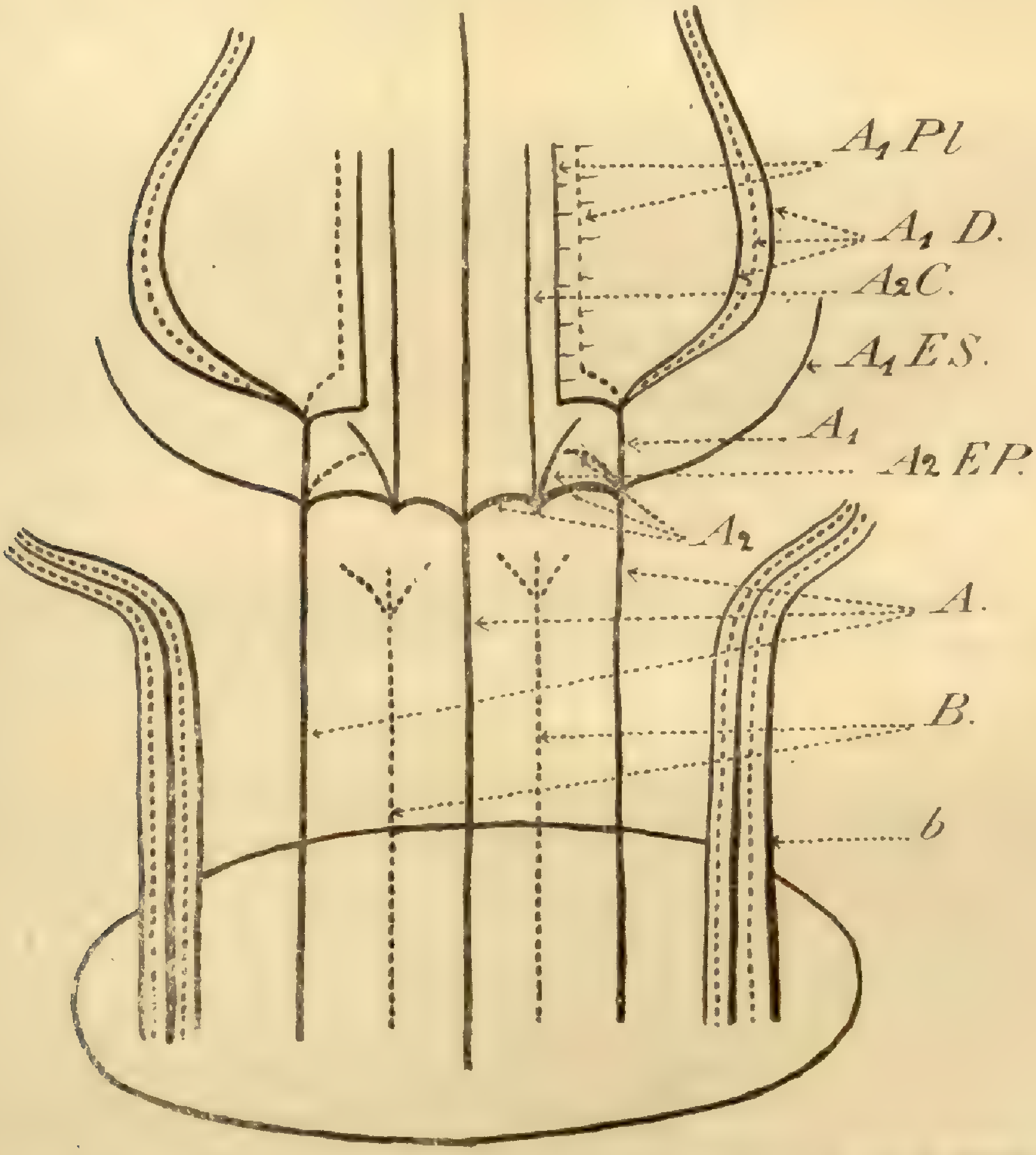


Fig. 32. — Schéma montrant la distribution des faisceaux dans la fleur d'*Erythronium Dens-canis*.

Chaque loge de l'ovaire renferme une série de 2 ovules horizontaux, anatropes, à funicule court, à raphés opposés. Les ovules sont caractérisés par un prolongement du tégument externe en forme de corne du côté de la chalaze.

Les glandes septales n'existent pas ; on observe seulement un tissu fortement lacuneux suivant la ligne de contact des bords latéraux des carpelles.

Le tissu conducteur est en forme de papilles arrondies, tapissant les placentas et les bords internes des carpelles.

L'épiderme de l'ovaire est lisse. On n'observe pas de cristaux d'oxalate de calcium dans les carpelles.

En résumé, le genre *Erythronium* se distingue facilement des genres précédents. L'ensemble des caractères différentiels permet de le classer dans une tribu distincte, celle des Erythroniées, à l'exemple de Rouy et à l'encontre de la classification d'Engler, de Bentham et Hooker, de Grenier et Godron qui classent ce genre à côté des *Tulipa* dans la tribu des Tulipées. Les anciens auteurs rangeaient également l'*Erythronium* au voisinage des *Tulipa* et des *Fritillaria*.

15. — Genre *FRITILLARIA* L.

Fritillaria pyrenaica L.

Pédoncule. — Une section transversale passant à 1 cm. au-dessous de la fleur est circulaire, 2000 μ de diamètre environ.

Par la disposition du système fasciculaire du pédoncule, ce genre est très voisin du précédent. Ici on observe aussi trois zones de faisceaux (fig. 33). La zone interne renferme également 3 grands et larges faisceaux *A*, disposés en triangle, mais beaucoup plus éloignés de l'axe du pédoncule et se distinguant des mêmes faisceaux de l'*Erythronium* par leur forme ovale. On y observe également une assise génératrice entre le bois et le liber.

En dehors et en alternance avec les faisceaux *A*, il existe trois faisceaux *B*, également de forme ovale et présentant des dimensions plus fortes que les faisceaux *B* d'*Erythronium*.

Enfin, un peu en dehors et autour des deux zones de faisceaux, il existe 10-12 fascicules *b* disposés en cercle.

La gaine de petites cellules, qui fonctionne également comme zone génératrice, s'étend sur 3-4 assises en dehors du cercle des petits faisceaux.

L'écorce, très lacuneuse, se compose de 4-5 assises de grandes cellules arrondies, à parois légèrement épaissies et rangées en files radiales assez régulières.

L'épiderme est constitué par des cellules plus grandes que celles de l'écorce, très étirées radialement, un peu épaissies sur les faces internes, fortement sur les faces externes qui sont, de plus, recouvertes par une cuticule ondulée. L'épiderme est très riche en stomates. Ceux-ci diffèrent des stomates d'*Erythronium* par leur forme, par leur plus grande largeur, par une plus forte cutinisation des parois; par contre, les petits becs sont moins aigus.

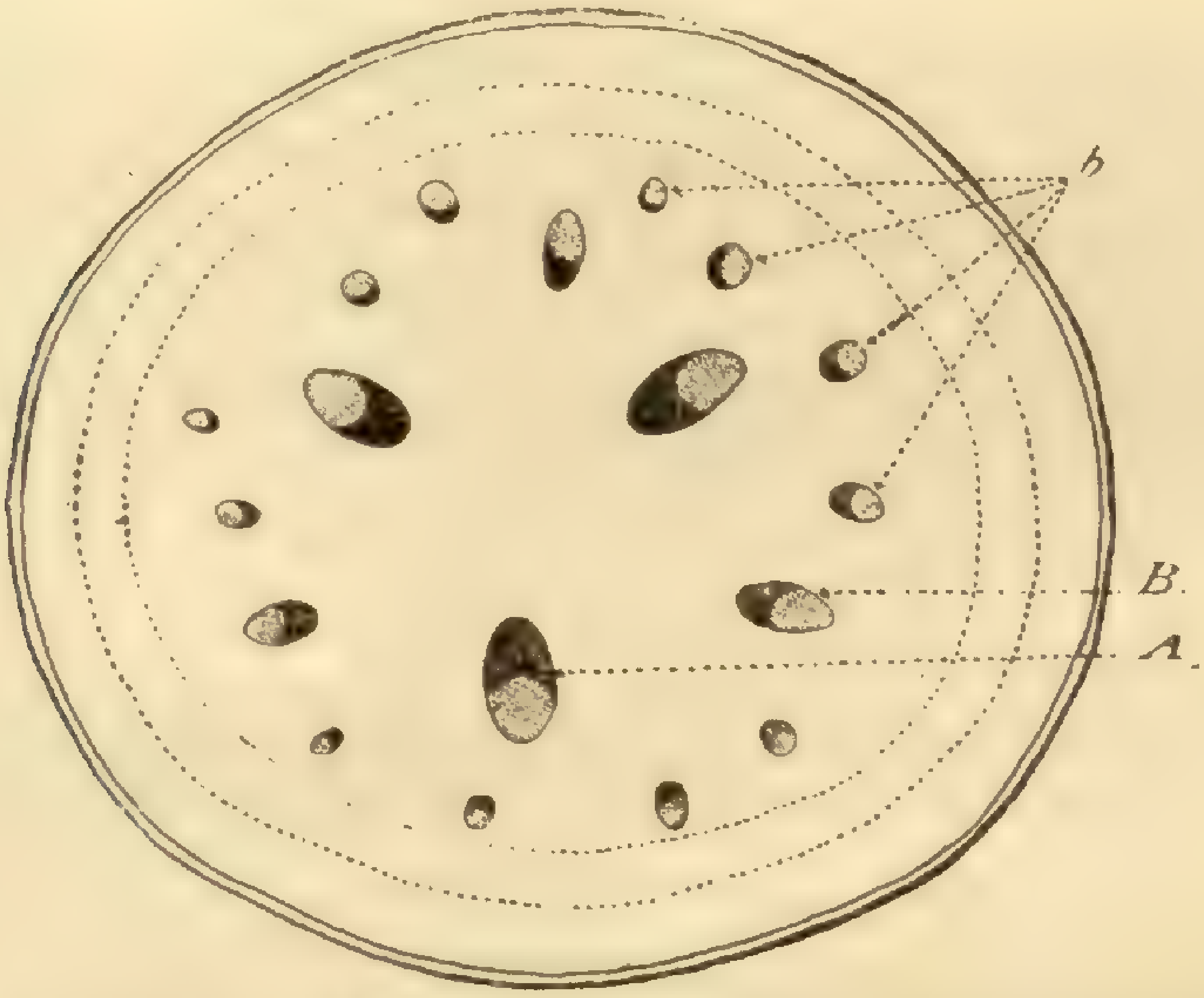


Fig. 33. — Coupe transversale du pédoncule de *Fritillaria pyrenaica*.

La chambre sous-stomatique est très grande.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur se produit suivant les mêmes règles que chez l'*Erythronium*. La trace des pièces du périanthe se compose de *trois faisceaux*. Les faisceaux staminaux proviennent également de ceux qui constituent la zone interne dans le pédoncule. Le système fasciculaire de la fleur présente donc une spécialisation marquée et une organisation supérieure, comme dans la fleur du genre précédent.

Le système fasciculaire du pistil présente une très grande ressemblance avec celui d'*Erythronium*, mais s'en distingue par la présence de trois fascicules dans la partie interne des cloisons. Ceux-ci proviennent de la ramification des faisceaux placentaires. Ces derniers sont plus riches en vaisseaux.

Chaque loge de l'ovaire renferme des séries de deux ovules, horizontaux, anatropes, à raphés opposés, à funicule court.

Les téguments externes sont lisses. L'épiderme interne revêtant la partie dorsale des carpelles est *fortement subérifié*.

Les glandes septales, absentes chez l'*Erythronium*, n'existent également pas ici.

Les papilles du tissu conducteur sont courtes et recouvrent, comme dans le genre précédent, non seulement les placentas, mais aussi les angles internes des carpelles. Ceux-ci, soudés à la base du pistil, sont simplement accolés au sommet.

L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Les cristaux d'oxalate de calcium manquent.

Le genre *Fritillaria*, comme on voit, est extrêmement voisin du genre *Erythronium* et peut être classé dans la même tribu. Les systématiciens anciens et modernes rapprochaient, d'ailleurs, ces deux genres très voisins par leurs caractères morphologiques et les rangeaient dans la même tribu qui renfermait également les genres *Tulipa*, *Lilium*, *Lloydia*, etc. Nous verrons plus loin que les genres *Tulipa* et *Lilium* (je n'ai pu étudier le *Lloydia*) présentent des caractères différentiels assez nombreux pour constituer un groupe très voisin, mais distinct des Erythroniées.

En résumé, la tribu des Erythroniées peut être caractérisée ainsi :

1. PÉDONCULE à 21-15 (18) faisceaux en 3 zones. Zone interne renfermant 3 gros faisceaux. Présence de zone génératrice autour du système fasciculaire. Cellules corticales en files radiales ou non. Cellules épidermiques à peine bombées ou aplaties. Cuticule ondulée. Stomates très nombreux, presque aussi larges que les cellules annexes. Pas d'oxalate.

2. FLEUR. Trace des pièces périanthaires = 3-5 faisceaux. 1 faisceau dorsal. Présence de faisceaux externes des cloisons des carpelles. Faisceaux internes des cloisons présents ou absents. Pas de glandes septales. Ovules ailés ou non. Epiderme interne de l'ovaire subérisé ou non. Tissu conducteur en courtes papilles. Pas d'oxalate. Epiderme de l'ovaire lisse.

Genre *ERYTHRONIUM* L.

1. PÉDONCULE à 21 faisceaux en 3 zones. Faisceaux de la zone interne à section arrondie. Cercle externe à 15 fascicules dans la zone génératrice. Cellules corticales non rangées en files radiales. Cellules épidermiques bombées extérieurement. Cuticule à 2-3 plis forts par cellule.

2. FLEUR. Pas de faisceaux internes des cloisons. 1 faisceau externe par cloison. Ovules à téguments ailés. Epiderme interne de l'ovaire non subérisé . . . . *Erythronium Dens-canis* L.

Genre *FRITILLARIA* L.

1. PÉDONCULE. Pédoncule à 15-18 faisceaux. Zone interne renfermant 3 gros faisceaux à section allongée. Cercle externe 9-12 fascicules en dedans de la zone

génératrice. Cellules corticales rangées en files radiales. Cellules épidermiques aplaties extérieurement. Cuticule à peine ondulée. Chambre sous-stomatique très grande.

2. Fleur. 1 faisceau externe et 1 faisceau interne par cloison. Ovules à téguments non ailés. Epiderme interne de l'ovaire subérisé. . *Fritillaria pyrenaica* L.

X. — TRIBU DES LILIÉES

16. — Genre *TULIPA* L.

Tulipa silvestris L.

Pédoncule. — La section, à 1 cm. au-dessous de la fleur, est circulaire, de 3760 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire du pédoncule est encore plus compliqué que dans les genres précédents. Il se compose d'un nombre de faisceaux plus élevé, disposés en trois zones. La plus interne renferme 6 grands et larges faisceaux *A*, groupés deux par deux et rangés en cercle autour de la moelle (fig. 34).

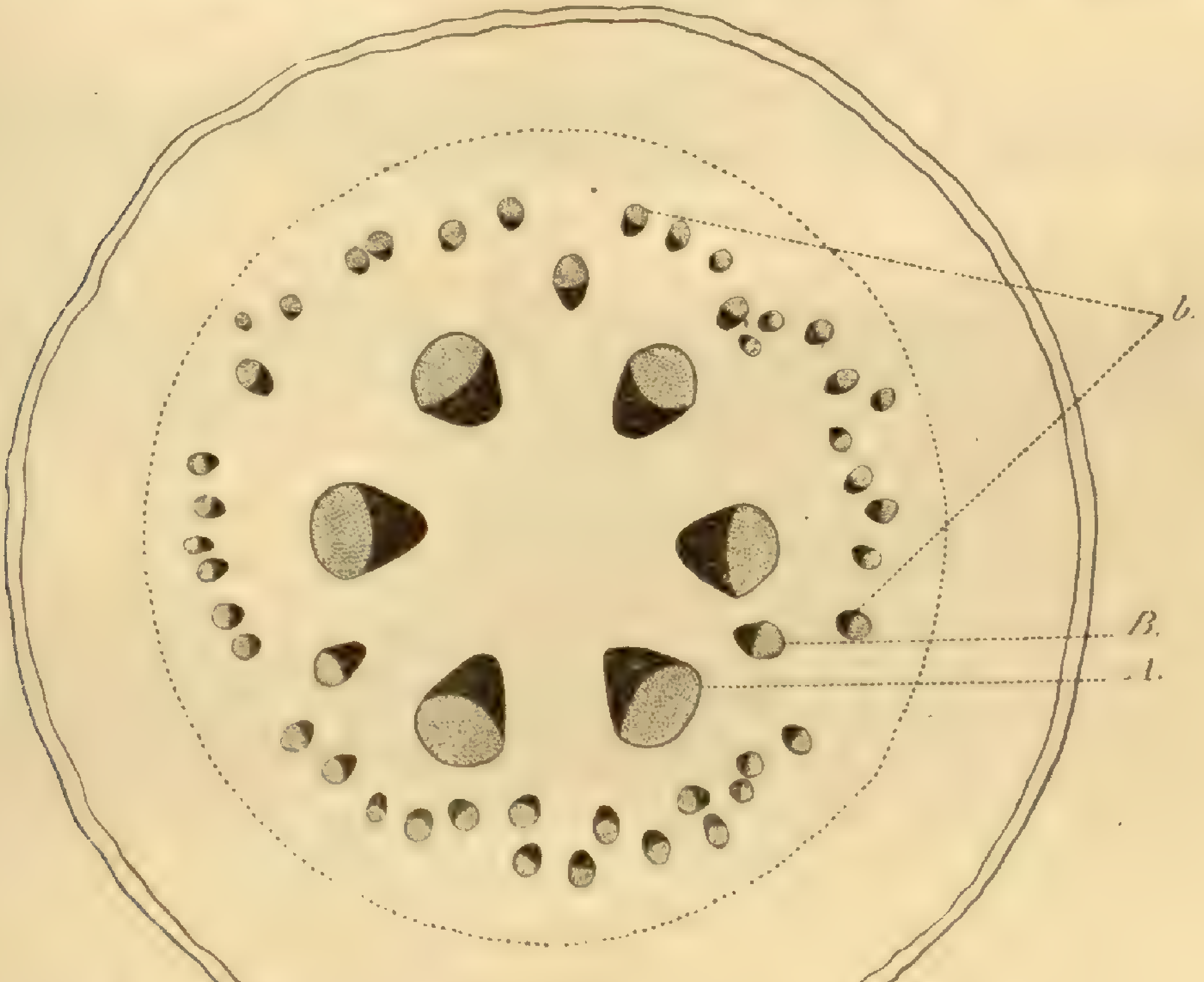


Fig. 34. — Coupe transversale du pédoncule de *Tulipa silvestris*.

En dehors et en alternance avec ces trois groupes de 2 faisceaux, on observe 3 petits faisceaux *B* très étroits et disposés en triangle. Enfin, à l'extérieur et autour de ces deux zones de faisceaux, on trouve trois groupes de 12-15 fascicules *b* disposés en un cercle.

La moelle et tout le tissu conjonctif sont constitués par du parenchyme cellulosique normal. La gaine de petites cellules s'étend sur 4-5 assises ; elle fonctionne, ainsi que dans les deux genres précédents, comme zone génératrice. C'est dans cette zone que se différencient les petits faisceaux du cercle externe.

L'écorce renferme 9-10 assises de cellules, de forme polyédrique, rangées en files radiales et laissant entre elles des méats quadrangulaires. L'épiderme est constitué par des cellules légèrement allongées dans le sens radial, fortement épaissies sur les faces internes et externes ; ces dernières sont à peine bombées extérieurement et recouvertes par une cuticule finement ondulée. Les stomates sont très nombreux, les cellules stomatiques, presque de mêmes dimensions que les cellules annexes, sont fortement épaissies sur les faces interne et externe, qui se terminent à l'intérieur et dans la chambre sous-stomatique par des petits becs obtus.

Fleur. — Sous la fleur, les petits faisceaux du cercle externe se confondent et donnent trois groupes de 3 faisceaux qui passent dans les sépales ; les faisceaux *B* se divisent en 3 rameaux et vont dans les pétales. La trace des pièces du périanthe se compose donc, comme chez les deux genres précédents, de *trois faisceaux*.

Les faisceaux staminaux et carpellaires proviennent également de la zone interne du pédoncule. Les 6 faisceaux qui la constituent se divisent à cet effet en 2 rameaux A_1 et A_2 comme chez l'*Erythronium ;* les branches A_1 se confondent deux à deux et constituent un nouveau faisceau qui se ramifie en deux, le rameau externe A_1ES va à l'étamine épisépale, tandis que le rameau interne A_1D se divise en 5 nervures. La médiane passe dans la région dorsale du carpelle en se subdivisant en petites nervures secondaires. Les branches latérales se divisent également en petits faisceaux dont certains se dirigent dans les placentas, tandis que d'autres se soudent pour former 3 faisceaux qui vascularisent la *région interne des cloisons*.

Les branches A_2 se fusionnent également, le rameau externe de ce nouveau faisceau A_2Ep va à l'étamine épipétale, tandis que le rameau interne A_2C en se divisant en trois nervures vascularise la *région externe des cloisons* du pistil.

Chaque loge de l'ovaire contient plusieurs séries de deux ovules anatropes, horizontaux, à funicules courts.

L'épiderme interne revêtant la région dorsale des carpelles se différencie en longs poils unicellulaires, qui atteignent les ovules.

Le tissu conducteur est légèrement papilleux, il se continue sur les angles internes des carpelles, soudés seulement à la base de l'ovaire et disjoints dans le haut. De plus, tout le parenchyme qui se trouve au centre de l'ovaire se différencie en tissu conducteur collenchymateux.

Les glandes septales n'existent pas, comme dans l'*Erythronium* et le *Fritillaria*.

Les faisceaux dorsaux des carpelles se dédoublent par une lame de parenchyme, indiquant ainsi la ligne de moindre résistance suivant laquelle se fait la déhiscence des carpelles.

Les cristaux d'oxalate n'existent pas.

L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Tulipa Oculus-Solis St-Amans.

Pédoncule. — A 1 cm. au-dessous de la fleur, la section est circulaire, de 3520 μ environ de diamètre.

Par la disposition du système fasciculaire, cette espèce est extrêmement voisine de l'espèce précédente. Elle en diffère, cependant, par les dimensions plus faibles des faisceaux, par leur forme et par le nombre moins élevé des petits faisceaux de la zone externe. Celle-ci est située en dedans de la zone génératrice, comme dans le pédoncule du *Tulipa silvestris*. L'écorce est moins large et ne renferme que 6-7 assises de cellules disposées en rangées radiales.

L'épiderme ne diffère que par un épaississement plus fort des faces externes et par la cuticule également plus épaisse. Il est aussi très riche en stomates qui sont construits sur le même type que ceux de l'espèce précédente.

Fleur. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales s'effectue comme chez le *T. silvestris*. La différence essentielle consiste en ce que les faisceaux dorsaux des carpelles sont ici plus forts. Il en existe également *trois ;* le médian se dédouble aussi par une lame de parenchyme. Le nombre des petits faisceaux internes des cloisons est ici plus élevé ; il est généralement de 7.

Les ovules diffèrent par leur forme plus globuleuse.

On constate également la présence de longs poils unicellulaires dans la région dorsale et interne des carpelles. Les papilles du tissu conducteur sont plus allongées ; de plus, les placentas se prolongent en bourrelets saillants autour des funicules. Il n'existe pas de glandes septales.

L'épiderme de l'ovaire, comme dans l'espèce type, est lisse.

Les cristaux d'oxalate de calcium n'existent pas.

Tulipa australis Link.

Pédoncule. — La section est également circulaire, de 3600 μ environ.

Le système fasciculaire est organisé sur le même type que chez les deux espèces précédentes. Il en diffère par le nombre et le groupement des faisceaux de la zone externe ; ceux-ci, en effet, sont plus nettement disposés par groupe de 6-7 fascicules destinés aux sépales. Ils sont tous situés à la limite interne de la zone génératrice. L'écorce, constituée par 6-7 assises de cellules, diffère par le rangement moins régulier en files radiales.

Par la structure de l'épiderme, cette espèce se rapproche de *T. Oculis-Solis*. Les stomates, très nombreux, sont construits sur le même type.

Fleur. — Par le système fasciculaire de la fleur, cette espèce est très voisine des deux autres. Elle n'en diffère que par les dimensions plus faibles des faisceaux dorsaux des carpelles, par un nombre moins grand des petits faisceaux internes des cloisons ; il n'en existe que 2-5 ; on ne trouve également qu'un *seul* faisceau dans la région externe des cloisons. Par la forme des ovules et par les caractères du tissu conducteur, cette espèce se rapproche surtout de *T. Oculis-Solis*. Les glandes septales n'existent pas. On observe également la présence d'une ligne de déhiscence très marquée au milieu des faisceaux dorsaux des carpelles. Comme chez les deux espèces précédentes, il existe des longs poils épidermiques unicellulaires dans les cavités ovariennes.

L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Les cristaux d'oxalate de calcium manquent également.

On voit donc que le genre *Tulipa* diffère des genres *Erythronium* et *Fritillaria*, non seulement par la structure du pédoncule, mais aussi par celle de la fleur. Par conséquent, il semble qu'il est préférable de le séparer des deux genres précédents, très voisins entre eux, et de placer le genre *Tulipa* dans une tribu distincte, mais très voisine de la première, celle des Liliées.

17. — Genre *LILIUM* (Tourn.) L.

Lilium Pomponium Mill.

Pédoncule. — La section est circulaire, de 3600 μ environ de diamètre, à 1 cm. au-dessous de la fleur.

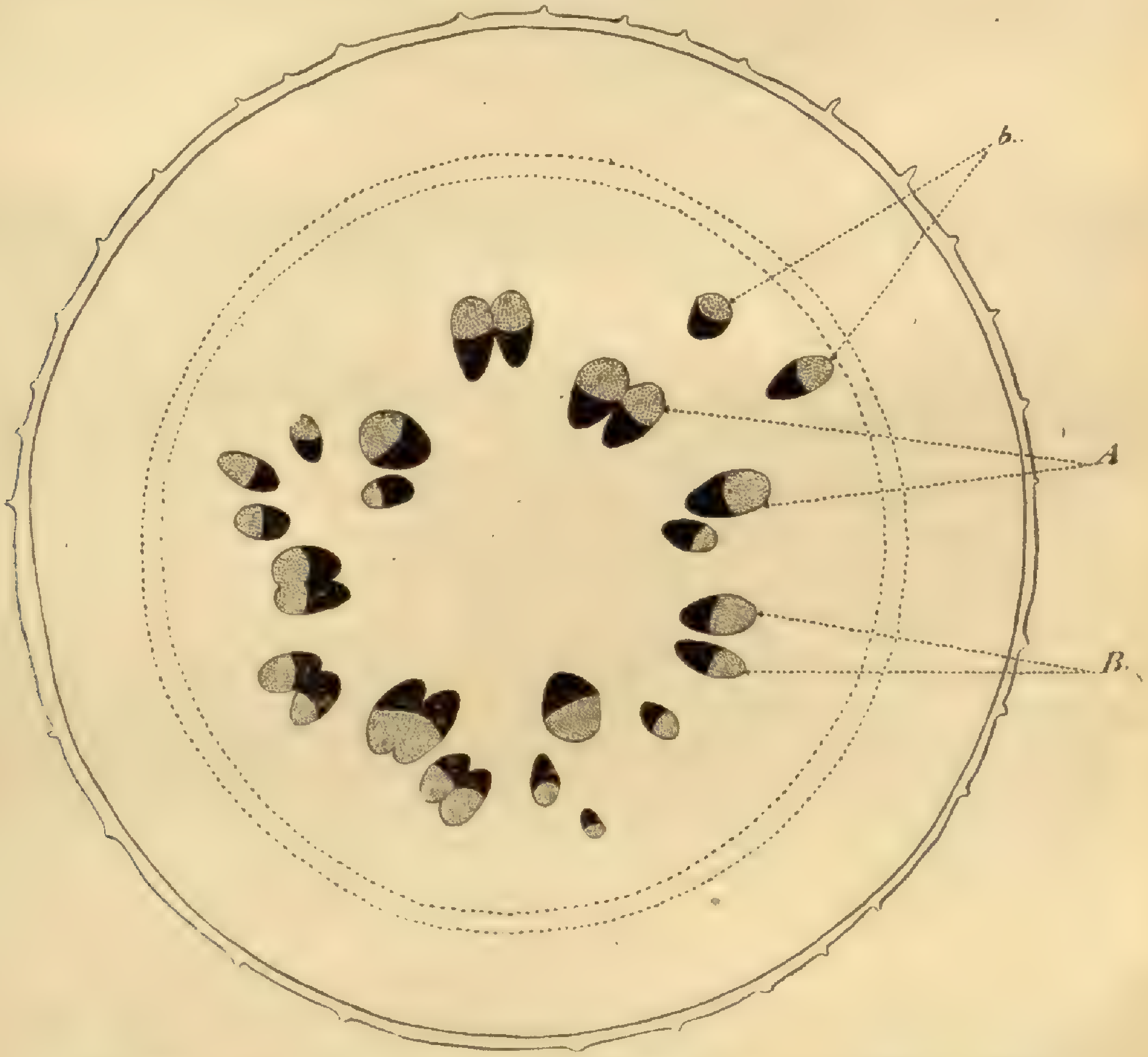


Fig. 35. — Coupe transversale du pédoncule de *Lilium Pomponium*.

Le système fasciculaire diffère de celui des *Tulipa* par un nombre de faisceaux moins élevé, par leur groupement un peu différent, par leur forme et leurs dimensions (fig. 38).

En effet, ici on observe également trois zones de faisceaux, mais les faisceaux *A* de la zone interne sont plus éloignés de l'axe du pédoncule. Ils sont également au nombre de 6, groupés 2 par 2, mais ils sont disposés en triangle et non en cercle. Chacun d'eux est plus ou moins dédoublé.

En dehors et en alternance avec chaque groupe de ces faisceaux, il existe 3 faisceaux *B* en voie de dédoublement. Enfin, tout autour, on observe 10 à 12 faisceaux *b* disposés en trois groupes alternes avec les faisceaux *B*. Les faisceaux *A* et *B* possèdent aussi une zone cambiale entre le bois et le liber.

A l'inverse de ce que j'ai observé chez les *Tulipa*, ces petits faisceaux sont situés, en partie, dans la zone génératrice. Celle-ci, moins distincte de l'écorce que chez les *Tulipa*, s'étend sur 4-5 assises. Les 6-7 assises corticales, constituées par du parenchyme rond ordinaire, ne présentent pas de disposition en files radiales comme chez les *Tulipa*.

L'assise épidermique se compose de cellules étroites, fortement épaissies sur les faces internes et externes. La cuticule est finement ondulée. Un certain nombre de cellules épidermiques se prolongent en poils digitiformes. Les stomates, très nombreux, frappent par leurs dimensions très réduites par rapport aux autres cellules épidermiques. Les cellules stomatiques sont fortement épaissies sur les faces internes et externes et portent des petits becs cutinisés très fins.

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue suivant le même schéma que dans la fleur des *Tulipa* La trace des pièces du périanthe se compose de *trois faisceaux*. Les faisceaux staminaux et carpellaires proviennent également de la zone interne du pédoncule. Le système fasciculaire du pistil diffère de celui des *Tulipa* par la présence d'un *seul* faisceau dorsal des carpelles, d'un *seul* faisceau externe des cloisons et par un nombre moins grand des fascicules internes des cloisons. Les faisceaux dorsaux des carpelles et les faisceaux externes des cloisons présentent la forme de lyre caractéristique pour le *Lilium Pomponium ;* ils renferment un très petit nombre de vaisseaux ligneux et une quantité considérable de liber.

Les ovules, insérés par séries de deux dans chaque loge sont horizontaux, anatropes, à funicule court ; ils diffèrent par leur forme des ovules de *Tulipa*. Les glandes septales n'existent pas.

Le tissu conducteur est papilleux et entoure les funicules en forme de collerette.

L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Comme dans les *Tulipa*, on constate l'absence de cristaux d'oxalate dans le mésophylle des carpelles.

Lilium candidum L.

Pédoncule. — La section transversale est circulaire, de 4400 μ environ.

Le système fasciculaire diffère de celui de *L. Pomponium* par un nombre plus élevé de faisceaux, mais par d'autres caractères les deux espèces sont très voisines. En effet, comme chez l'espèce-type, il existe trois zones de faisceaux, l'interne formée de 6 grands et larges faisceaux *A*, groupés deux par deux et disposés en un triangle.

En dehors et en alternance avec les groupes fasciculaires internes, on observe trois groupes de 3 faisceaux *B* plus petits et allongés.

Enfin, en alternance et presque sur le même rang, on observe trois groupes de 6-7 faisceaux à peu près de la même taille.

Les grands et les petits faisceaux présentent des cloisonnements secondaires. Il existe également, en dehors des faisceaux, une zone génératrice qui est ici plus large et se compose de 7-8 assises. Le passage à l'écorce se fait insensiblement, comme chez le *L. Pomponium*. L'écorce se compose d'une dizaine d'assises, rappelant celle de l'espèce-type. L'épiderme est, par contre, dépourvu de poils ; il se compose également de cellules étroites, à faces externes fortement bombées, à faces latérales plissées. La cuticule est à peine ondulée. Les stomates, extrêmement nombreux, sont construits sur le même type que chez le *L. Pomponium*.

Fleur. — Par les caractères anatomiques de la fleur, ces deux plantes sont également très voisines. La trace des pièces périanthaires se compose également de *trois* faisceaux. Le système fasciculaire du pistil est constitué comme chez les espèces précédentes et ne diffère que par les dimensions plus fortes des faisceaux, et par un nombre plus petit des rameaux fasciculaires internes des cloisons.

Il en est de même pour les caractères des ovules, du tissu conducteur, de l'épiderme externe de l'ovaire, etc.

Lilium Martagon L.

Pédoncule. — La section est également arrondie, de 3040 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire renferme un nombre de faisceaux plus élevé que celui de l'espèce-type, mais par l'ensemble de son organisation, il en est très voisin. En effet, comme dans cette espèce, il existe trois zones de faisceaux. La zone interne renferme trois groupes de 3 faisceaux *A*, en voie de dédoublement, disposés en un triangle. En dehors et en alternance avec ces trois groupes, on trouve 3 faisceaux *B* plus faibles qui, à l'inverse des mêmes faisceaux de *L. Pomponium*, ne sont pas dédoublés. De plus, la zone externe renferme un nombre plus grand de fascicules *b* que dans l'espèce précédente.

La zone génératrice se compose de 3-4 assises. L'écorce, large de 7-8 assises, présente les mêmes caractères que précédemment.

Ces deux espèces se ressemblent également par leur épiderme, les poils épidermiques et l'appareil stomatique.

Fleur. — Les faisceaux se distribuent entre les pièces florales sensiblement de la même manière que chez le *L. Pomponium*. La trace des pièces du périanthe se compose également de *trois faisceaux*. Le système fasciculaire du pistil présente la même constitution générale que celui de *L. Pomponium*.

Les faisceaux dorsaux, ainsi que les faisceaux externes des cloisons, présentent la même forme de lyre et la même constitution.

Les ovules diffèrent un peu par leur forme.

Les glandes septales n'existent pas. Le tissu conducteur a les mêmes caractères.

On voit donc que le *L. Martagon* est extrêmement voisin du *L. Pomponium*, non seulement par la structure du pédoncule, mais aussi par les particularités anatomiques de la fleur.

Lilium bulbiferum L.

Pédoncule. — La section est circulaire, de 4560 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire est également compliqué et constitué sur le même type que les espèces de Lis étudiées. Il en diffère par les dimensions plus grandes des faisceaux et par un nombre plus grand des petits fascicules composant la zone externe. Comme chez le *L. Pomponium*, les faisceaux *B* sont dédoublés. La zone génératrice se compose de 5-6 assises de cellules légèrement lignifiées, ce qui distingue cette espèce des espèces étudiées plus haut. L'écorce, large de 6-7 assises, est constituée par du parenchyme ordinaire. L'épiderme, construit sur le même type, se distingue facilement par la présence de nombreux poils pluricellulaires, à cellules disposées en file, les dernières cellules de la file sont très longues et étroites. Les stomates, également très nombreux, présentent des caractères analogues aux autres espèces, mais ils sont, ainsi que les cellules annexes, très saillants.

FLEUR. — Les faisceaux du pédoncule se distribuent dans la fleur comme chez les autres espèces. Le système fasciculaire du pistil diffère cependant de celui des autres espèces par la présence de *trois* et non d'un *seul* faisceau pour la région dorsale de chaque carpelle.

De plus, les faisceaux externes des cloisons sont légèrement bifurqués, à l'inverse de ce que j'ai observé chez les autres espèces.

Les ovules présentent, par contre, des caractères analogues.

Il en est de même du tissu conducteur. Les glandes septales n'existent pas.

On voit donc que toutes les espèces de *Lilium* que j'ai étudiées sont très voisines les unes des autres. De plus, tout en présentant des caractères nettement distincts des espèces de *Tulipa* étudiées, elles s'en rapprochent par d'autres, de sorte que ces deux genres se placent naturellement l'un à côté de l'autre, dans une tribu voisine de celle des Erythroniées; la tribu des Liliées.

Les anciens auteurs, à l'exception de Tournefort, aussi bien que Bentham et Hooker et Engler classent les genres *Lilium*, *Tulipa*, *Erythronium*, *Fritillaria*, *Lloydia* dans le même groupe en se basant sur les caractères morphologiques. Les caractères anatomiques, comme on vient de le voir, permettent de constater non seulement les affinités entrevues par les auteurs cités, mais indiquent d'une manière plus précise les ressemblances et les différences qui existent entre ces divers genres.

En résumé, la tribu des Liliées est caractérisée ainsi :

1. Pédoncule à 36-45-60 faisceaux ± disposés en 3 zones. Zone interne renfermant 6 faisceaux disposés en cercle ou suivant un triangle. Zone moyenne renfermant 3 faisceaux plus petits simples ou dédoublés. Zone externe à 6-12 — ∞ fascicules. Zone génératrice large, lignifiée ou non. Cellules corticales en files radiales ou sans groupement spécial. Epiderme aplati, papilleux ou lisse. Cuticule finement plissée. Stomates très nombreux un peu moins larges que les cellules annexes ou très petits. Pas d'oxalate.

2. Fleur. Trace des pièces du périanthe = 3 faisceaux. 1-3 faisceaux dorsaux par carpelle, le médian dédoublé ou non. 1-3 faisceaux externes des cloisons. 1-5 fascicules internes des cloisons. Pas de glandes septales. Tissu conducteur en papilles courtes ou longues recouvrant les placentas et les angles internes des carpelles. Cellules de l'épiderme interne de l'ovaire lisses ou à longs poils unicellulaires.

Genre *TULIPA* L.

1. Pédoncule à 45-60 faisceaux ou plus, disposés en 3 zones ; zone interne renfermant 6 faisceaux rangés en cercle et rapprochés deux par deux. Zone moyenne renfermant 3 faisceaux plus petits, à section allongée. Cercle externe à 12 — ∞ faisceaux à la limite interne de la zone génératrice. Cellules corticales en files radiales très régulières. Cellules épidermiques aplaties, à peine ondulées, fortement épaissies. Stomates très nombreux, un peu moins larges que les cellules annexes.

2. Fleur. 3-7 faisceaux dorsaux par carpelle, le médian est dédoublé. 1-3 faisceaux externes des cloisons. 1-5 fascicules internes des cloisons. Tissu conducteur en papilles digitiformes courtes sur les placentas et les angles internes des carpelles + tissu collenchymateux conducteur aux angles internes des carpelles qui se disjoignent. Cellules de l'épiderme interne de l'ovaire en longs poils unicellulaires. Pas d'oxalate. Epiderme externe de l'ovaire lisse.

1. Pédoncule à 6 grands faisceaux + 3 petits à section allongée + 3-6 fascicules composant la zone interne très rapprochés et disposés en un rang. 1 faisceau dorsal dédoublé par carpelle. 3 faisceaux externes des cloisons. 1 faisceau interne des cloisons. . . . . *Tulipa silvestris* L.

2. Pédoncule. Même nombre de faisceaux, mais fascicules de la zone externe éloignés et disposés en 2 rangs. 3 faisceaux dorsaux par carpelle. 1 faisceau externe des cloisons. 3 fascicules internes des cloisons . . . . *T. Oculus-Solis* St-Amans.

3. Pédoncule. Zone interne à 6 faisceaux. Zone moyenne à 3 faisceaux plus petits très rapprochés de la zone interne. Zone externe à 4-5 fascicules en 2 rangs. 1 faisceau dorsal dédoublé + 2 faibles ramifications par carpelle. 1 faisceau externe des cloisons. 2-3 petits fascicules internes des cloisons. . . . . *T. australis* Link.

Genre *LILIUM* L.

1. Pédoncule à 30 faisceaux ou plus disposés en 3 zones. Zone interne renfermant 6 faisceaux plus ou moins dédoublés et disposés suivant un triangle. Zone moyenne à 3 faisceaux dédoublés ou non, alternes avec les groupes de 2 faisceaux de la zone interne. Zone externe à 6-∞ fascicules très rapprochés de la zone moyenne. Zone génératrice à 5-7 assises, parfois lignifiée. Epiderme aplati, épaissi, à poils ou lisse. Cuticule très finement plissée. Stomates extrêmement petits par rapport aux cellules annexes.

2. Fleur. 1 faisceau dorsal des carpelles et 1 faisceau des cloisons externes en forme de lyre. 1-3 fascicules internes des cloisons. Tissu conducteur en papilles digitiformes longues, recouvrant les placentas et les angles internes des carpelles, qui se disjoignent + tissu conducteur à parois minces dans les angles internes des carpelles. Pas d'oxalate. Epiderme externe de l'ovaire lisse.

1. Pédoncule. Contour régulier. Faisceaux des zones interne et moyenne dédoublés. Zone externe à 9 fascicules environ. Zone génératrice non lignifiée. Epiderme à poils courts unicellulaires coniques. 1 fascicule interne des cloisons. Pour le reste caractères du genre. Faisceaux dorsaux externes à 10-12 vaisseaux . . . . *Lilium Pomponium* Mill.

2. Pédoncule. Contour très ondulé. Faisceaux de la zone moyenne non dédoublés. Zone externe à 11-15 fascicules. Zone génératrice non lignifiée. Epiderme à poils globuleux. Faisceaux dorsaux et faisceaux externes des cloisons à 3 et à 5-7 vaisseaux. . . . . *L. Martagon* L.

3. Pédoncule. Faisceaux de la zone moyenne trifurqués. Zone externe à 18-21 fascicules. Epiderme dépourvu de poils. Faisceaux dorsaux en forme de lyre très élargie, à 4-5 vaisseaux . . . . *L. candidum* L.

4. Pédoncule. Zone externe à 18 fascicules. Zone génératrice légèrement lignifiée. Epiderme à poils articulés. 3 fascicules internes des cloisons. Faisceaux dorsaux en forme de lyre allongée à 12-15 vaisseaux . . . . . *L. bulbiferum* L.

⁂

En récapitulant les caractères des genres et espèces appartenant à la sous-famille des Lilioïdées, on pourrait la caractériser de la manière suivante :

1. Pédoncule à 3 ou 6 faisceaux disposés en 1 ou 2 triangles alternes ou à faisceaux nombreux, disposés en 2-3 zones. Lorsqu'il y a deux zones, la zone interne renferme 3 faisceaux. Lorsqu'il y a trois zones, la zone interne renferme 6 faisceaux en triangle ou en cercle et la zone moyenne renferme alors 3 faisceaux simples ou dédoublés. Faisceaux à bois peu enveloppant. Gaine de petites cellules rarement lignifiée. Souvent cellules sécrétrices à huiles essentielles ou oxalifères.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe 1-3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil se composant d'un à trois faisceaux dorsaux par carpelle, 2 branches placentaires ; faisceaux dans la partie interne des cloisons, souvent faisceaux externes des cloisons. Ovules 2 par loge, horizontaux ou dressés, à micropyle supérieur ou inférieur ou ovules nombreux, horizontaux, à micropyle latéral. Glandes septales présentes ou absentes, peu ou parfaitement différenciées. Tissu conducteur peu ou bien différencié. Raphides d'oxalate dans les parois des carpelles présentes ou absentes.

CHAPITRE II

SOUS-FAMILLE DES ASPHODÉLOÏDÉES

I. — TRIBU DES ASPHODÉLÉES

1. — Genre *PHALANGIUM* (Tournef.) Juss.

***Phalangium ramosum* Poir.**

Pédoncule. — La section est elliptique, de 1040 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire se compose de 9 grands faisceaux, tous disposés suivant une ellipse autour d'une large région centrale (fig. 36).

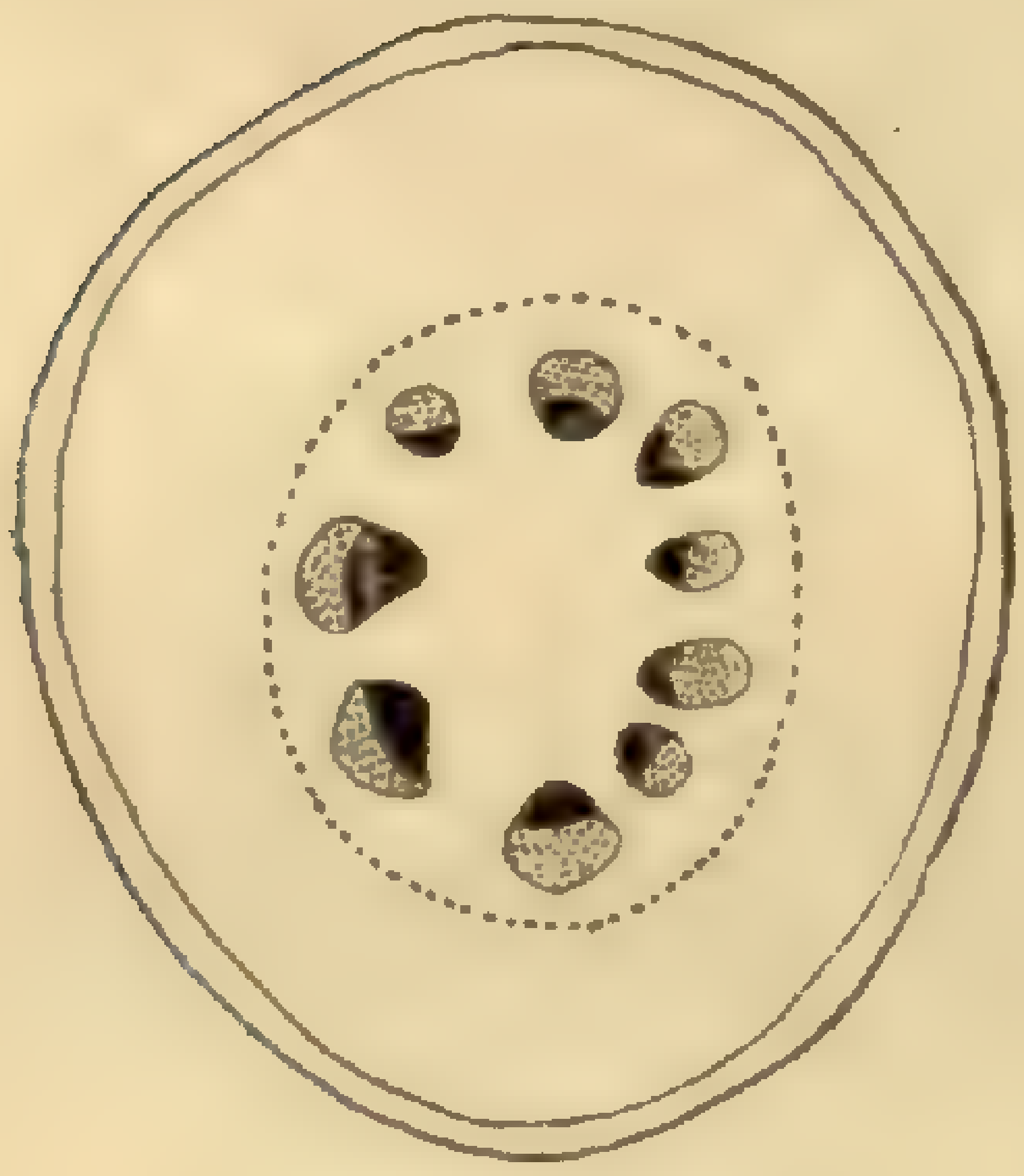


Fig. 36. — Coupe transversale du pédoncule de *Phalangium ramosum*.

Par cette disposition des faisceaux en un seul cercle, le genre *Phalangium* diffère nettement des genres appartenant à la sous-famille des Lilioïdées que je viens d'étudier, sauf les *Gagea* où les faisceaux sont tous disposés suivant un seul triangle.

Chaque faisceau du *Ph. ramosum* comprend 3 à 12 vaisseaux disposés en éventail et un fort massif de liber. La disposition des éléments libéro-ligneux rappelle singulièrement celle que l'on observe chez les Dicotylédones. Les cloisonnements secondaires y sont d'une grande netteté.

A la base de chaque faisceau, il existe quelques petites cellules parenchymateuses. La région centrale se compose de grandes cellules de parenchyme, laissant des méats entre elles.

La gaine de petites cellules comprend 4 à 5 assises.

L'écorce est constituée par un parenchyme analogue à celui de la moelle. Je n'ai pas observé de cellules sécrétrices.

L'épiderme se compose de cellules un peu allongées radialement, leurs faces internes sont très peu épaissies, tandis que les faces externes le sont fortement et possèdent une cuticule finement ondulée.

Les stomates ne sont pas nombreux. Les cellules stomatiques ont une forme légèrement conique en coupe transversale, elles sont épaissies sur les faces interne et externe et portent des petits becs cutinisés.

Fleur. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales se fait comme chez les Muscariées, Alliées, Scillées, etc. qui possèdent un système fasciculaire simple. Les traces des sépales et des pétales se composent de *trois faisceaux*. Il existe un faisceau dorsal par carpelle.

Chaque loge renferme une série de deux ovules. Ceux-ci sont campylotropes horizontaux, à raphés recouvrant légèrement celui de l'ovule voisin.

Les glandes septales, très nettes, sont bien moins différenciées que chez les Alliées. Les cellules bordantes sont à peine étirées tangentiellement, à parois externes collenchymateuses.

Le tissu conducteur se présente sous la forme de courtes papilles, recouvrant les placentas, qui forment une proéminence en forme de coussinet triangulaire autour des funicules.

Le mésophylle des feuilles carpellaires renferme des raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Phalangium Liliago Schreb.

Pédoncule. — La section est arrondie, de 1040 μ environ de diamètre.

Par la disposition du système fasciculaire du pédoncule, cette espèce est extrêmement voisine de l'espèce précédente. En effet, dans les deux espèces (fig. 37), le pédoncule renferme 9 faisceaux, seulement dans celui du *Ph. Liliago*, les faisceaux sont disposés par groupes de trois suivant un cercle ; les faisceaux de chaque groupe sont très rapprochés et presque confondus et, de plus, moins riches en vaisseaux.

La gaine de petites cellules s'étend sur 4 à 5 assises.

L'écorce, qui présente les mêmes caractères que chez le *Ph. ramosum*, se compose de 4 à 5 assises.

L'épiderme ne diffère que par sa cuticule tout à fait lisse.

Les stomates, également peu nombreux, sont construits sur le même type, les parois des cellules stomatiques portent un épaississement un peu plus fort et des petits becs cutinisés plus aigus et plus proéminents.

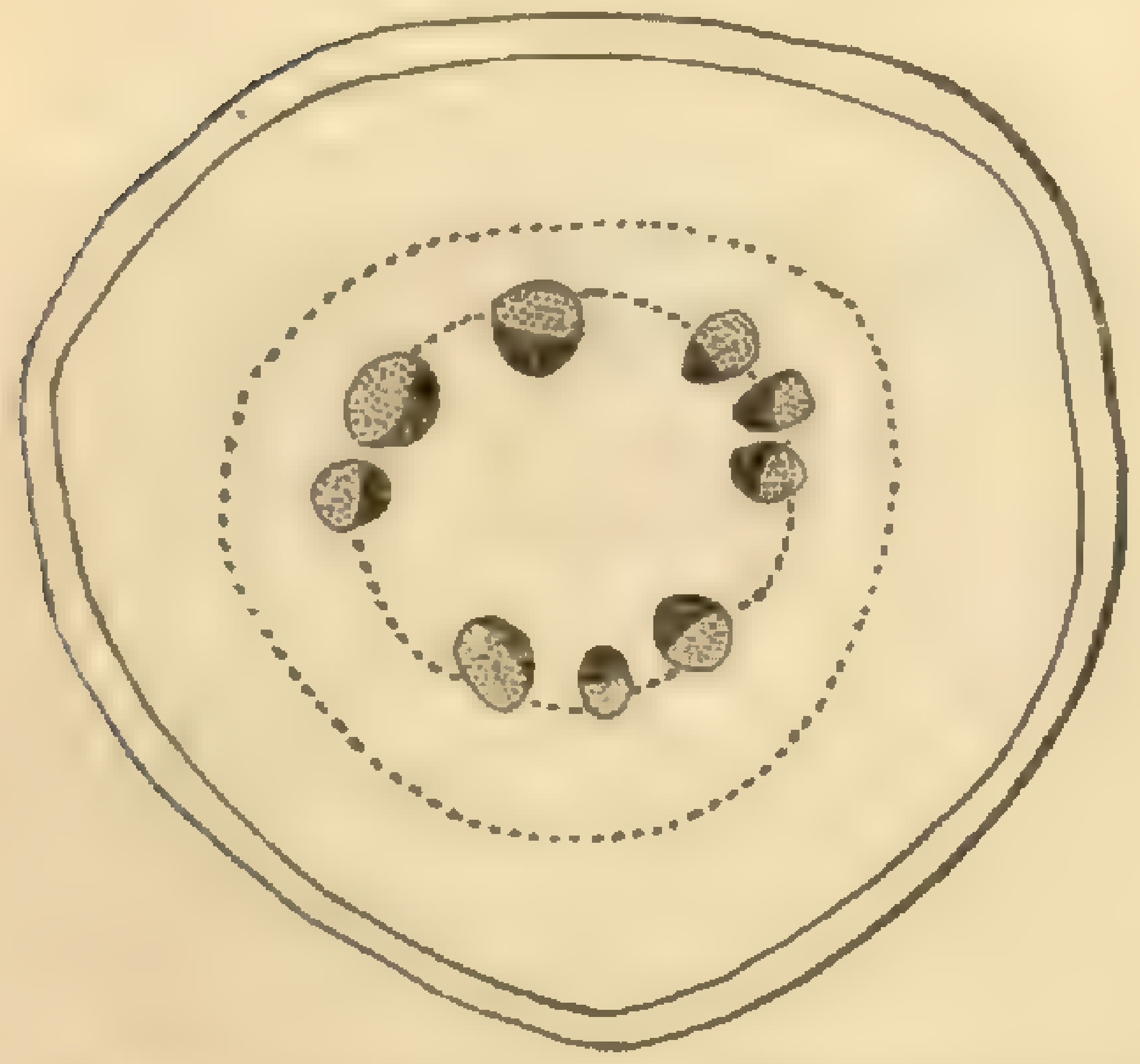


Fig. 37. — Coupe transversale du pédoncule de ***Phalangium Liliago.***

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez l'espèce-type. La seule différence consiste en ce que les faisceaux dorsaux des carpelles renferment un nombre plus grand de vaisseaux, 7-8, tandis que dans l'espèce précédente, il n'existe que 3-4 vaisseaux.

Les ovules sont anatropes ou semi-campylotropes, horizontaux.

Les placentas forment des proéminences arrondies autour de chaque ovule et sont recouverts par le tissu conducteur présentant les mêmes caractères que celui du *Ph. ramosum*.

Les glandes septales existent, mais bien moins allongées radialement que chez l'espèce précédente.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme également des raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme externe de l'ovaire est constitué par des cellules fortement bombées.

En résumé, l'histologie du pédoncule et de la fleur permet de distinguer ces deux espèces et montre, en même temps, combien elles sont voisines l'une de l'autre. De plus, elle ne permet pas de confondre le genre *Phalangium* avec le genre *Ornithogalum,* comme l'ont fait certains auteurs (*Ornithogalum gramineum* Lamk., *Fl. fr*, 3, p. 278).

2. — Genre *ASPHODELUS* (Tournef.) L.

Asphodelus albus Mill.

Pédoncule. — La section est circulaire, de 1040 μ environ de diamètre.

Par la constitution et la disposition du système fasciculaire, ce genre diffère nettement du genre *Phalangium*. Ici, le pédoncule contient 6 faisceaux disposés en deux triangles alternes, mais situés presque sur le même cercle. Les faisceaux *A* du triangle interne présentent des dimensions beaucoup plus considérables que ceux du triangle externe (fig. 38). Les premiers sont riches en vaisseaux (11-13), disposés comme chez les Dicotylédones. On y observe des cloisonnements secondaires, des vaisseaux de bois et de liber primaires en voie de résorption

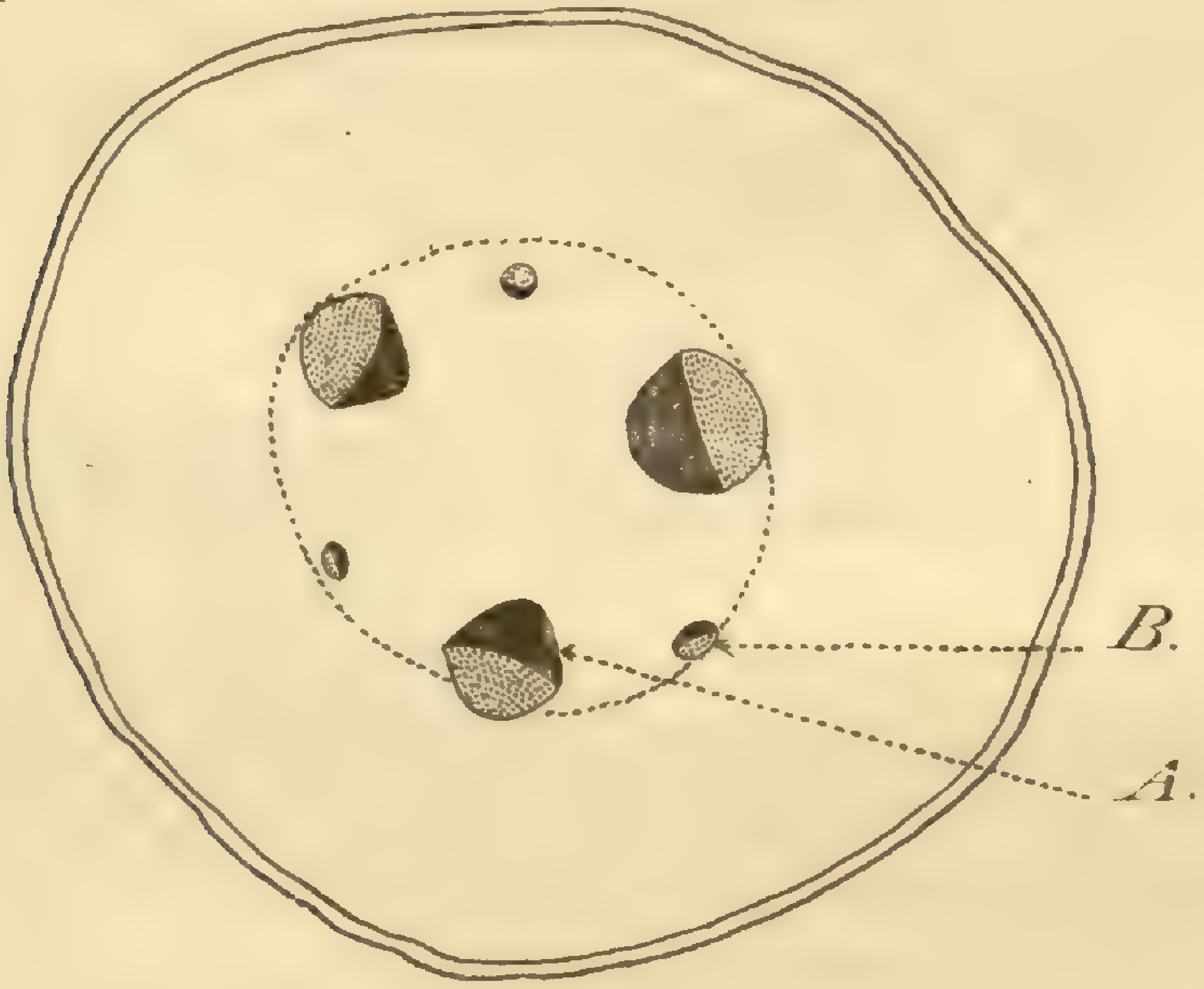


Fig. 38. — Coupe transversale du pédoncule d'*Asphodelus albus*.

La région centrale se compose d'un parenchyme ordinaire.

La gaine de petites cellules, formée de 4-5 assises, est collenchymateuse.

Le parenchyme cortical s'étend sur 5-6 assises dont les plus internes sont épaissies aux angles, tandis que les externes ont toutes les parois épaissies.

L'épiderme se compose de cellules légèrement étirées dans le sens radial en coupe transversale. Leurs faces interne et externe sont un peu épaissies. La cuticule est fortement ondulée. Les stomates, à l'inverse des *Phalangium*, sont extrêmement nombreux ; leurs parois latérales sont fortement convexes du côté des cellules annexes ; les parois interne et externe, très épaissies, portent des becs cutinisés saillants à l'extérieur et dans la chambre sous-stomatique.

Fleur. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales se produit comme chez les *Phalangium*. Les traces des sépales et des pétales se composent d'*un seul* faisceau à l'inverse des *Phalangium*.

Il existe un seul faisceau dorsal pour chaque carpelle et, en plus des branches placentaires, on observe des petits rameaux fasciculaires qui vascularisent la région interne des cloisons le long des glandes septales.

Celles-ci sont très nettes et apparaissent sur des coupes transversales bien au-dessous des loges de l'ovaire. Elles s'étendent radialement presque jusqu'à l'épiderme externe de l'ovaire et finissent par l'atteindre dans la partie supérieure de ce dernier.

Chaque loge contient deux ovules anguleux, horizontaux, anatropes, à micropyle supérieur.

Le tissu conducteur se présente sous la forme de papilles, fortement serrées les unes contre les autres, tapissant non seulement les placentas, mais aussi les bords internes des carpelles.

Ceux-ci ne sont fortement soudés qu'à la base de l'ovaire et simplement accolés au sommet. Je n'ai pas observé de cristaux d'oxalate dans le mésophylle carpellaire. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Asphodelus cerasifer Gay.

Pédoncule. — La section est circulaire, de 1320 μ de diamètre environ.

Par la structure du pédoncule, cette espèce est extrêmement voisine de l'espèce précédente. En effet, dans les deux espèces, le système fasciculaire est constitué par 6 faisceaux disposés de la même manière.

Les faisceaux de la seconde espèce diffèrent de ceux de la première par leur taille beaucoup plus grande et par la disposition des vaisseaux du bois. Ils présentent également des cloisonnements secondaires.

La région centrale n'a rien de particulier.

La gaine est également composée de 5 à 6 assises de cellules dont les parois restent minces, à l'inverse de ce que j'ai observé chez *A. albus*.

L'écorce s'étend sur 6 à 7 assises de cellules, dont les plus internes sont collenchymateuses.

L'épiderme présente une grande ressemblance avec celui d'*A. albus* et en diffère seulement par les dimensions plus grandes des cellules. Les stomates sont également très nombreux et construits sur le même type.

Fleur. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales s'effectue exactement de la même manière que dans l'espèce-type. les différences sont insignifiantes et consistent en ce que les faisceaux dorsaux des carpelles sont moins riches en vaisseaux. Par les caractères des glandes septales, des ovules et de leur insertion, du tissu conducteur, l'*A. cerasifer* est extrêmement semblable à l'espèce précédente. Le mésophylle des feuilles carpellaires renferme quelques cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est également lisse.

Asphodelus fistulosus L.

Pédoncule. — La section est circulaire, son diamètre est de 960 µ environ.

Par la structure florale, cette espèce diffère nettement des deux précédentes. Comme dans ces deux espèces, le système fasciculaire du pédoncule se compose de 6 faisceaux disposés suivant un cercle, mais ils sont tous de la même taille (fig. 39) et renferment 15 - 21 vaisseaux.

Cette disposition ressemble à celle que j'ai observée chez les *Phalangium*. La dis-

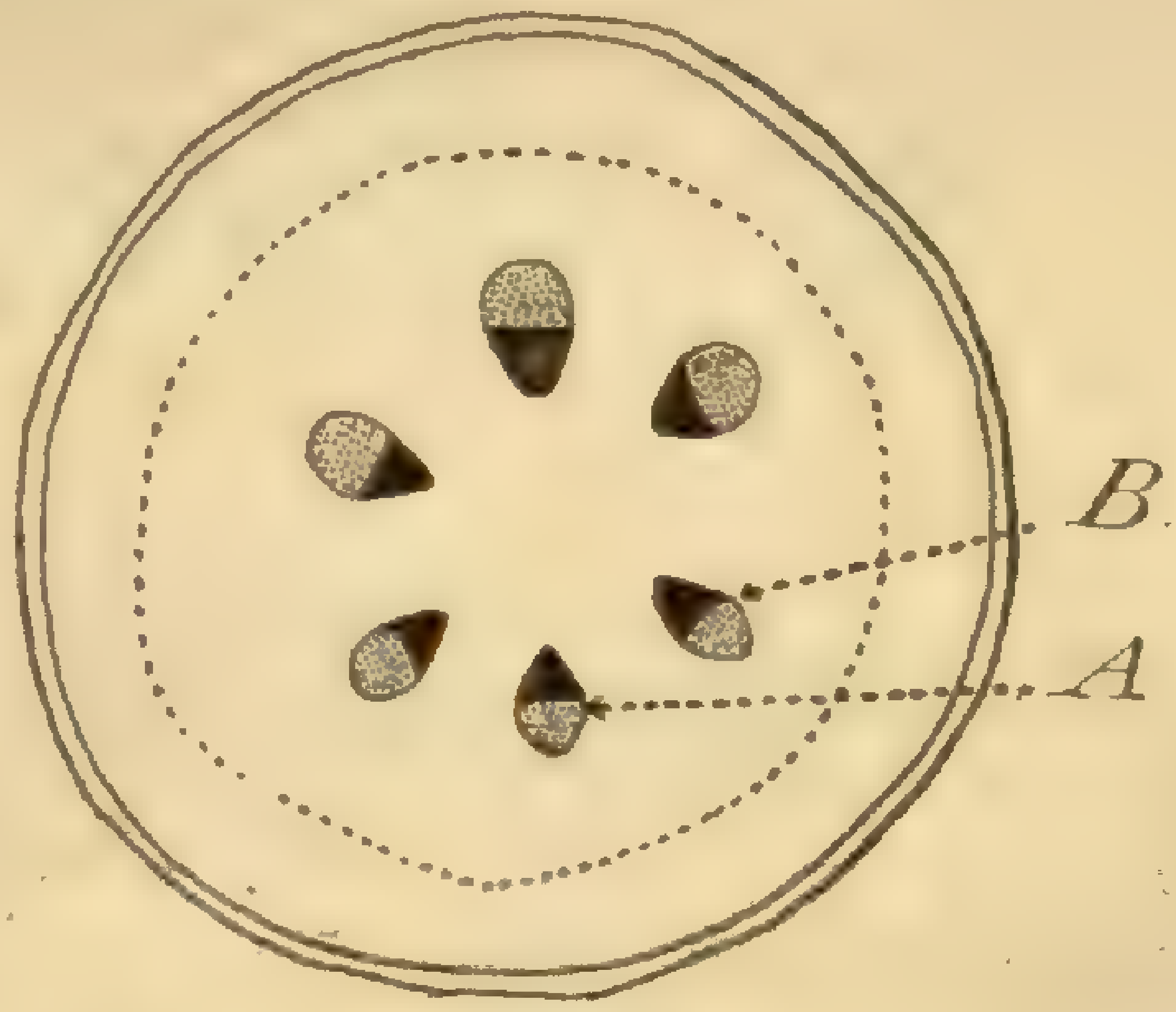


Fig. 39. — Coupe transversale du pédoncule d'*Asphodelus fistulosus*.

position des éléments libéro-ligneux d'A. *fistulosus* rappelle également celle des Dicotylédones.

La gaine de petites cellules n'est pas collenchymateuse.

L'écorce se compose de 6 assises dont les plus internes sont constituées par des grandes cellules polygonales, à parois épaissies, tandis que les 4 dernières sont plus petites et à parois minces.

L'épiderme est constitué par des cellules plus petites que chez les autres espèces et les cellules stomatiques, très nombreuses, sont plus étroites.

Fleur. — La structure florale d'A. *fistulosus* rappelle ce que j'ai observé chez les *Asphodelus* étudiés. Les traces des sépales et des pétales se composent également d'*un seul* faisceau. Par les autres caractères du système fasciculaire du pistil, des glandes septales, des ovules, etc., cette espèce semble très voisine d'A. *albus* et d'A. *cerasifer*.

3. — Genre *PARADISIA* Mazz.

Paradisia Liliastrum Bert.

Pédoncule. — La section du pédoncule est arrondie ou légèrement elliptique, son plus grand diamètre est de 2200 μ environ.

Le système fasciculaire rappelle celui des *Phalangium*. Il se compose de 12 faisceaux de dimensions inégales, disposés en un cercle (fig. 40) comme dans les deux espèces du genre précité. Les plus petits rameaux fasciculaires dépassent légèrement le cercle.

Les dimensions beaucoup plus considérables, la forme des faisceaux et la disposition de leurs éléments libéro-ligneux sont nettement différentes de celles que j'ai observées chez les *Phalangium*. On observe également des cloisonnements secondaires et des vaisseaux en voie de résorption.

La gaine de petites cellules s'étend en dehors du cercle fasciculaire, sur 6 ou 7 assises ; à l'inverse des *Phalangium*, cette gaine est légèrement collenchymateuse.

L'écorce se compose de 4 à 6 assises de parenchyme qui ne présente rien de particulier.

L'épiderme est constitué par des cellules étroites, à faces interne et externe un peu épaissies. La cuticule est ondulée. Les stomates, très nombreux, sont situés au milieu des cellules annexes ; leurs parois latérales sont fortement bombées du côté de ces dernières. Les parois internes et externes sont épaissies et portent des becs cutinisés dressés et aigus.

On voit ainsi que par la structure de l'épiderme, le *Paradisia* diffère également des *Phalangium*.

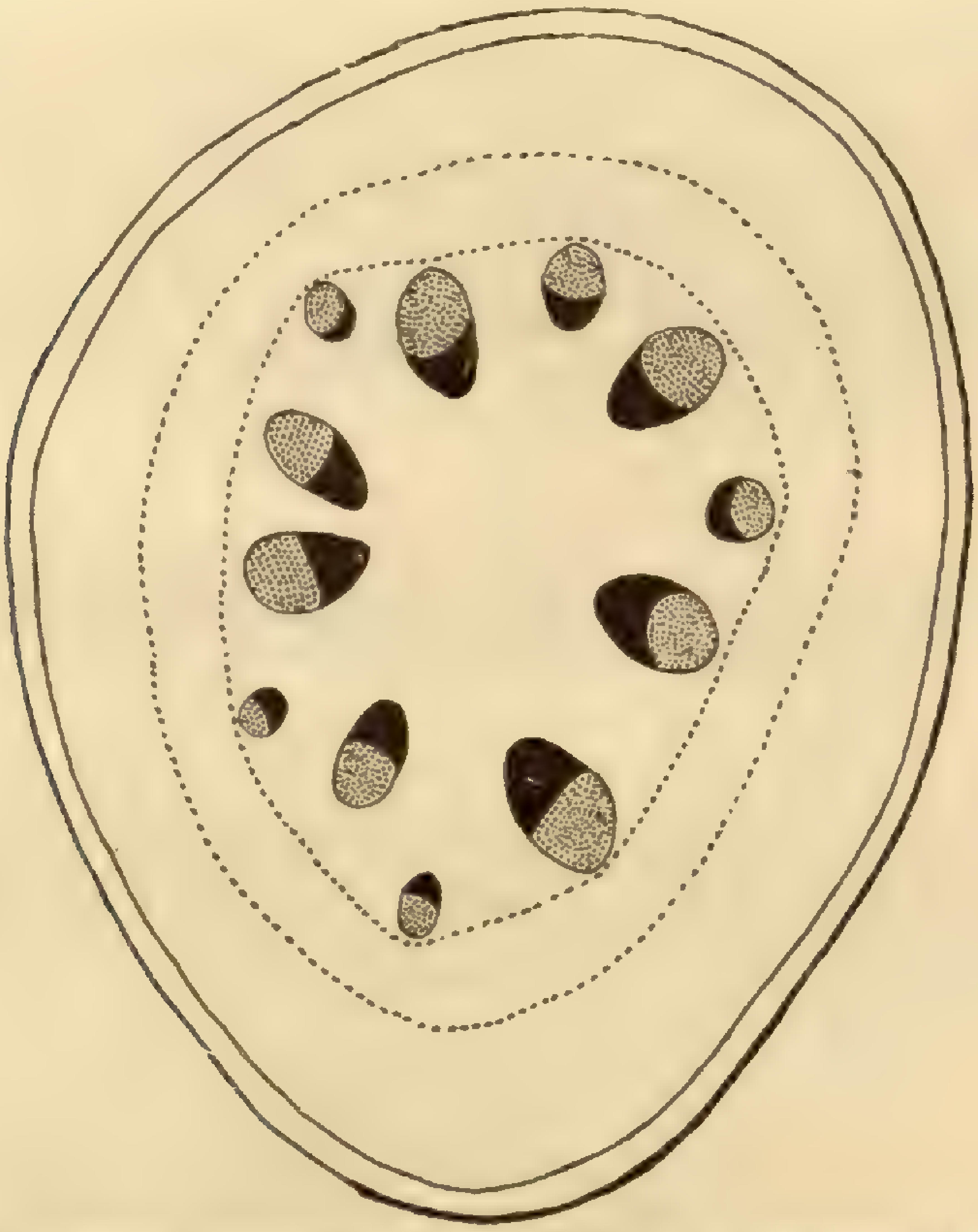


Fig. 40. — Coupe transversale du pédoncule de *Paradisia Liliastrum*.

Fleur. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales s'effectue comme dans le genre précité. La trace des sépales et des pétales se compose de *trois* faisceaux comme chez les *Phalangium*. Le système fasciculaire du pistil ressemble à celui de ce dernier genre. Il existe 3 faisceaux dorsaux pour chaque carpelle et 5 faisceaux dans la région interne de chaque cloison. Les glandes septales, très nettes, sont très courtes radialement et situées loin des faisceaux internes des cloisons. Les ovules s'insèrent par séries de deux dans chaque loge de l'ovaire. Ils sont horizontaux, anatropes et rappellent par leur forme les ovules de *Ph. Liliago*.

Les placentas forment des proéminences en forme de coussinet autour des funicules et sont recouverts par le tissu conducteur. Celui-ci se présente sous la forme de papilles assez allongées en forme de massue.

Le mésophylle des carpelles renferme un assez grand nombre de cellules à raphides d'oxalate de calcium, localisées généralement dans la troisième assise sous-épidermique.

L'épiderme des feuilles carpellaires est légèrement papilleux.

En résumé, par sa structure florale, le genre *Paradisia* se distingue du genre *Phalangium* avec lequel il a été confondu. Il est tellement différent du genre *Ornithogalum*, qu'il est impossible de le classer non seulement dans ce genre, mais encore dans la même tribu. Nous verrons plus loin qu'il en est ainsi pour le genre *Hemerocallis*, avec lequel il a été également confondu.

4. — Genre *CHLOROPHYTUM* Ker

Chlorophytum comosum Baker.

Pédoncule. — Sa section est arrondie, de 960 μ environ de diamètre.

Par la structure du pédoncule, ce genre diffère nettement des genres *Asphodelus* et *Phalangium*, tout en présentant quelques caractères communs (fig. 41). Le système fasciculaire se compose de six faisceaux comme chez les *Asphodelus*, mais ils sont disposés en deux triangles alternes très rapprochés et leur ressemble un peu par leur forme en éventail ; la gaine de petites cellules s'étend en

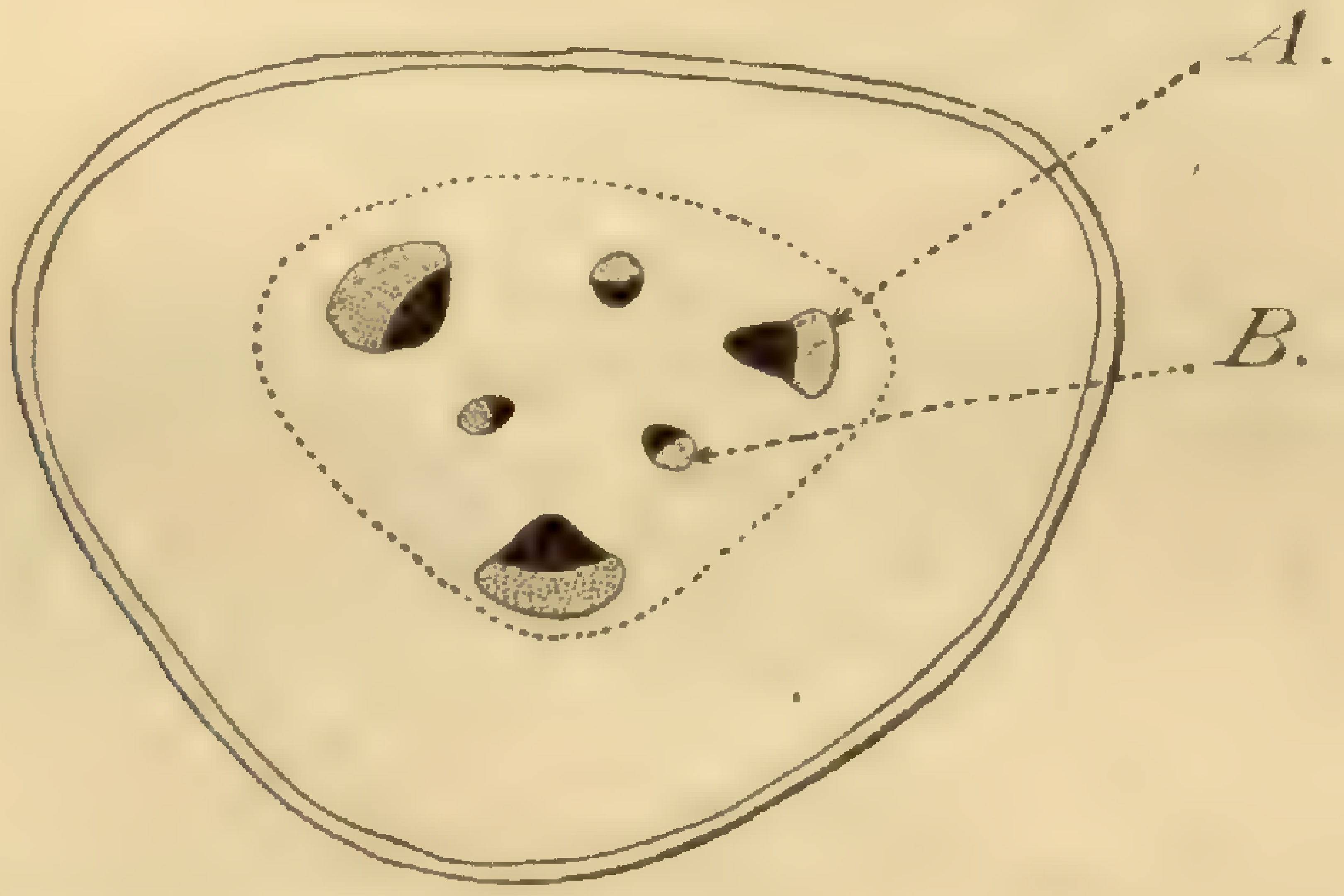


Fig. 41. — Coupe transversale du pédoncule de *Chlorophytum comosum*.

dehors du système fasciculaire sur 1-2 assises de cellules un peu plus petites que les éléments de l'écorce. Celle-ci est constituée par 3-4 assises de parenchyme ordinaire.

Les cellules épidermiques ont les mêmes dimensions que les cellules corticales, leurs parois internes sont à peine épaissies, tandis que les parois externes fortement bombées, le sont davantage.

La cuticule est denticulée. A l'inverse des *Phalangium* et des *Asphodelus*, les stomates sont peu nombreux. Les cellules stomatiques, tout à fait superficielles, sont minuscules par rapport aux cellules annexes. Elles diffèrent des cellules stomatiques des genres précités par leur forme légèrement conique en coupe transversale.

FLEUR. — La distribution des faisceaux entre les pièces florales s'effectue comme chez les *Phalangium*. La trace des sépales et des pétales se composent de *trois* faisceaux. Le système fasciculaire du pistil présente une grande ressemblance avec celui des Asphodèles.

Chaque loge de l'ovaire renferme deux séries de deux ovules horizontaux, anatropes, à funicules courts, à raphés opposés.

Les glandes septales existent, mais bien moins allongées radialement. Elles sont peu différenciées, à l'inverse de ce qu'on observe chez les deux genres précédents.

Les placentas proéminent fortement dans les loges sous la forme d'un petit coussinet, recouvert par le tissu conducteur légèrement papilleux. Le mésophylle des feuilles carpellaires renferme quelques cellules à raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme externe de l'ovaire est un peu papilleux.

Comme on vient de le voir, les genres *Phalangium*, *Asphodelus*, *Paradisia* et *Chlorophytum* constituent un groupe très homogène au point de vue de la structure intime du pédoncule et de la fleur. La plupart des anciens auteurs les classaient non loin les uns des autres, quoique ne s'entendant pas sur la place de ce groupe parmi les Liliacées, et les mélangeant même, comme par exemple G. Bauhin, avec les Graminées, Iridacées, Xyridacées et autres Monocotylédones.

Les auteurs, tels qu'Engler, Bentham et Hooker sont d'accord sur les affinités qui relient ces plantes et les classent, sauf Engler qui sépare le genre *Asphodelus*, dans la même tribu. Il semble que les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur indiquent d'une manière plus nette les étroites relations qui existent entre ces genres et permettent ainsi de les grouper tous ensemble dans la même tribu des Asphodélées.

Le tableau ci-contre résume les caractères de la tribu des Asphodélées, des genres et espèces étudiés appartenant à cette tribu.

Tribu des Asphodélées.

1. Pédoncule à 6-9-12 faisceaux, disposés en cercle, en ellipse ou en 2 triangles. Gaine de petites cellules large. Epiderme ± riche en stomates. Cuticule lisse ou plissée.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 1-3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1-3 faisceaux dorsaux. Faisceaux dans la partie interne des cloisons présents. Ovules ou 2 par loge ou nombreux, anatropes ou subcampylotropes, à micropyle supérieur ou latéral. Glandes septales ± allongées radialement. Tissu conducteur en papilles assez allongées; les placentas forment des coussinets proéminents autour des funicules. Epiderme externe de l'ovaire lisse. Raphides d'oxalate dans le mésophylle des carpelles.

I. Genre *PHALANGIUM* Juss.

1. Pédoncule à 9 faisceaux disposés en ellipse ou en cercle. Gaine de petites cellules composée de 4-5 assises. Cellules épidermiques étroites. Cuticule épaisse et ondulée. Stomates peu nombreux à section ovale-allongée, moins larges que les cellules annexes.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 3 faisceaux. 1 faisceau dorsal par carpelle. Pas de faisceaux dans la partie interne des cloisons du pistil. Ovules nombreux, horizontaux, subcampylotropes, à micropyle latéral. Glandes septales assez bien différenciées. Tissu conducteur en courtes papilles. Epiderme externe de l'ovaire lisse.

1. Pédoncule à 9 faisceaux à 6-12 vaisseaux, disposés en ellipse à peu près à la même distance les uns des autres. Cuticule finement ondulée. Faisceaux dorsaux à 3-4 vaisseaux. Glandes septales allongées radialement. Epiderme externe de l'ovaire lisse; cellules épidermiques à faces externes peu bombées. *Ph. ramosum* Poir.

2. Pédoncule à 9 faisceaux à 3-9 vaisseaux, disposés en cercle et par groupes de 3. Cuticule lisse. Faisceaux du pistil à 7-8 vaisseaux. Glandes septales courtes dans le sens radial. Epiderme externe lisse; cellules épidermiques à faces externes fortement bombées. . . . . *Ph. Liliago* Schreb.

II. Genre *ASPHODELUS* L.

1. Pédoncule à 6 faisceaux de mêmes dimensions ou de dimensions différentes, disposés en cercle. Gaine générale de petites cellules de 4-5 assises. Stomates extrêmement nombreux, presque aussi larges que les cellules annexes, à section ovale-arrondie. Cuticule aplatie, lisse ou ondulée.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 1 faisceau. 1 faisceau dorsal par carpelle à 3-8 vaisseaux. Pas de faisceaux dans la partie interne des cloisons du pistil. 2 ovules par loge, horizontaux, anatropes, à micropyle supérieur. Glandes septales extrêmement allongées et laissant un large vide entre elles. Epiderme externe de l'ovaire à cellules aplaties extérieurement, à cuticule lisse.

1. Pédoncule à 7 faisceaux de dimensions inégales; les plus gros à 11-13 vaisseaux. Cellules corticales d'égales dimensions. Cuticule ondulée. Faisceaux dorsaux des carpelles à 4-5 vaisseaux disposés en deux files radiales. . . . . *Asphodelus albus* Mill.

2. Pédoncule à 6 faisceaux d'égales dimensions à 15-21 vaisseaux, disposés en cercle. Écorce interne à grosses cellules à parois minces, écorce externe à petites cellules polygonales à parois épaissies. Cuticule lisse. Faisceaux dorsaux des carpelles à 3-4 vaisseaux, non en files radiales. . . . . *A. fistulosus* L.

3. Pédoncule à 6 faisceaux de dimensions inégales, disposés en un cercle; les plus gros à 20-25 vaisseaux. Écorce externe à petites cellules arrondies. Cuticule ondulée. Faisceaux dorsaux des carpelles à 5-8 vaisseaux . . . *A. cerasifer* Gay.

III. Genre *PARADISIA* Mazz.

1. Pédoncule à 12 faisceaux de dimensions inégales, disposés en un cercle. Gaine de petites cellules collenchymateuse, composée de 6-7 assises. Cuticule ondulée. Stomates très nombreux.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 3 faisceaux. Présence de faisceaux dans la partie interne des cloisons du pistil. Grand nombre d'ovules par loges, horizontaux, anatropes, à micropyle latéral. Glandes septales très courtes dans le sens radial. Tissu conducteur en papilles en forme de massue. Épiderme externe de l'ovaire papilleux. Cellules oxalifères très nombreuses dans les parois des carpelles . . . . *Paradisia Liliastrum* Bert.

IV. Genre *CHLOROPHYTUM* Ker.

1. Pédoncule à 6 faisceaux de dimensions presque égales, renfermant 5-9 vaisseaux, disposés en 2 triangles très rapprochés. Gaine générale de petites cellules étroite. Écorce étroite. Cellules épidermiques fortement bombées. Cuticule à peine plissée. Stomates peu nombreux, minuscules par rapport aux cellules annexes.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 3 faisceaux. 1 faisceau dorsal par carpelle à 3-4 vaisseaux. Pas de faisceaux dans les parties internes des cloisons. Ovules nombreux, anatropes, horizontaux, à micropyle latéral. Glandes septales extrêmement courtes. Papilles du tissu conducteur arrondies. Épiderme externe de l'ovaire légèrement papilleux. Cellules oxalifères peu nombreuses . . . . *Chlorophytum comosum* Baker.

II. — TRIBU DES ALOÏNÉES

1. — Genre *ALOE* L.

Aloe Schimperi Todaro

Pédoncule. — La section est arrondie, de contour régulier.

Le système fasciculaire renferme 6 grands faisceaux de mêmes dimensions, disposés en deux triangles alternes. Par le nombre de faisceaux et par leur disposition, ce genre présente une lointaine ressemblance avec l'*Asphodelus fistulosus*, mais en diffère par tous les autres caractères. Ici, la gaine de petites cellules, extrêmement nette, se compose de 5-6 assises. L'écorce, constituée par 6-7 assises de parenchyme, ne présente rien de particulier. L'épiderme, formé de cellules presque isodiamétriques, fortement épaissies sur les deux faces et surtout sur les faces externes, recouvertes par une cuticule finement plissée, est très riche en stomates. Ceux-ci ont une section arrondie et présentent des dimensions beaucoup moindres que celles des cellules annexes.

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez les Asphodélées ; chaque pièce du périanthe reçoit *trois* faisceaux. Le système fasciculaire du pistil est très simple. Chaque carpelle possède 1 faisceau dorsal, 2 rameaux placentaires et 2 fascicules pour la partie interne des carpelles. Les ovules sont nombreux, insérés par séries de deux dans chaque loge : ils sont plus ou moins horizontaux, subcampylotropes.

Les glandes septales, extrêmement allongées radialement, sont bien différenciées.

Le tissu conducteur est, par contre, peu différencié ; il recouvre les placentas qui forment de véritables coussinets autour de chaque funicule et se trouve en contact avec le micropyle. L'assise cellulaire située immédiatement au-dessus de l'épiderme interne de l'ovaire se compose d'éléments plus grands et étirés radialement. Je n'ai pas observé de raphides oxalifères.

L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

2. — Genre *KNIPHOFIA* Mœnch

Kniphofia aloides Mœnch

PÉDONCULE. — Par la constitution du système fasciculaire du pédoncule, cette plante se rapproche d'*Aloe Schimperi*. En effet, comme dans cette espèce, le pédoncule renferme 6 faisceaux disposés en deux triangles alternes. Elle s'en distingue cependant par les caractères suivants : les faisceaux du triangle interne renferment de 12-15 vaisseaux du calibre deux fois moindres que chez l'*Aloe* : ils sont beaucoup plus rapprochés de l'axe du pédoncule que dans la plante précitée ; les faisceaux du triangle externe qui présentent des dimensions très faibles, n'ont que 2-3 vaisseaux ou sont réduits à un petit massif libérien et se trouvent situés tout à fait à la limite de la gaine des petites cellules. L'écorce, constituée par 8-9 assises de parenchyme rond, ne présente rien de particulier. L'épiderme, extrêmement riche en stomates, se compose de cellules légèrement allongées dans le sens radial, à faces externes presque planes, recouvertes d'une cuticule lisse. Les stomates, beaucoup plus petits que les cellules annexes, présentent une forme ovale.

Fleur. — Chaque pièce du périanthe ne reçoit dans cette espèce qu'*un* seul faisceau, ce qui distingue le *Kniphofia* de l'*Aloe;* par contre, chaque carpelle possède, en plus du faisceau dorsal, deux fines ramifications. Les ovules, également nombreux, presque campylotropes, s'insèrent par deux dans chaque loge. Le tissu conducteur se présente, comme dans le genre précédent, en courtes papilles recouvrant les placentas qui forment une proéminence autour des funicules.

Par le caractère des glandes septales, cette espèce est également voisine de l'*Aloe*. Il existe quelques cellules oxalifères dans la région dorsale des carpelles. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Il résulte des caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur que ces deux genres sont très voisins l'un de l'autre ; il semble donc qu'on peut les classer dans la même tribu des Aloïnées, comme l'ont fait de Tournefort, Endlicher, Baillon et à l'encontre de la classification de Bentham et Hooker et de celle d'Engler qui placent les deux genres dans deux tribus différentes.

On peut également conclure dans le cas présent que les caractères anatomiques de l'appareil floral indiquent mieux que les caractères morphologiques les affinités existant entre ces deux genres.

III. — TRIBU DES APHYLLANTHÉES

Genre *APHYLLANTHES* L.

Aphyllanthes monspeliensis L.

Pédoncule. — Cette espèce, classée par divers auteurs dans la tribu des Aphyllanthées, au voisinage des Asphodélées, mérite un intérêt particulier. Les fleurs, entourées par un involucre scarieux, sont presque sessiles. Les coupes passant immédiatement au-dessus de l'involucre montrent le système fasciculaire composé de 6 grands faisceaux disposés en un cercle et très rapprochés de l'axe du pédoncule, à l'inverse de ce que j'ai observé chez les Asphodélées.

La gaine de petites cellules est très étroite et ne comprend que 2-3 assises.

Par contre, l'écorce, composée de 12-14 assises de cellules, à parois sinueuses, est beaucoup plus large que dans la tribu citée. Elle renferme de nombreuses cellules à raphidés d'oxalate de calcium. L'épiderme, protégé par les bractées de l'involucre, est à parois externes très minces et fortement bombées.

Fleur. — Sous la fleur, les faisceaux s'anastomosent en un anneau libéro-ligneux et se distribuent ensuite entre les pièces florales comme chez les Asphodélées. La trace de chaque pièce du périanthe se compose d'*un seul* faisceau. Le système fasciculaire du pistil est très simple. Chaque carpelle possède un seul faisceau dorsal et deux branches placentaires. L'*Aphyllanthes* diffère des Asphodélées par les ovules, qui sont anatropes *pendants*, tandis qu'ils sont horizontaux dans la tribu citée. Les glandes septales n'existent qu'à la base de l'ovaire ; à ce niveau, elles sont si longues que les carpelles sont presque libres par leurs bords. Plus haut, ils deviennent à nouveau adhérents. Le mésophylle des carpelles renferme des raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Par la structure du pédoncule et les particularités de la fleur, le genre *Aphyllanthes* est assez éloigné des Asphodélées. Sa place, dans une tribu distincte, semble justifiée et si on cherche parmi les Liliacées européennes des genres qui pourraient servir de trait d'union entre celles-ci et l'*Aphyllanthes*, on ne les trouve pas.

On les trouverait, sans doute, parmi les Johnsoniées, toutes australiennes, également plantes à rhizomes et dont les fleurs sont entourées par un involucre. Malheureusement, je n'ai pu me procurer les plantes appartenant à ce groupe des Liliacées.

En un mot, le genre *Aphyllanthes* et avec lui la tribu des Aphyllanthées, est caractérisé par 6 faisceaux, *disposés en cercle et très rapprochés de l'axe du pédoncule*, par une gaine générale très étroite, par l'écorce, très large, riche en raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme n'a pas de caractère saillant. La fleur se caractérise surtout par les ovules *pendants* et par les glandes septales n'existant qu'à la base de l'ovaire.

Ces caractères permettent de séparer le genre *Aphyllanthes* des Asphodélées, à l'inverse de Kunth et de Grenier et Godron, qui le classent dans la même tribu, celle des Anthéricées Endl. à côté du genre *Chlorophytum*. De Jussieu le rapproche des *Eriocaulon* et *Juncus* dans l'ordre III *Junci*. Endlicher considère ce genre comme voisin d'*Asphodelus*, et le classe dans la tribu des Aphyllanthées, à côté du genre *Johnsonia* R. Br. Baillon le rapproche également des Johnsoniées. Bentham et Hooker le font aussi rentrer dans cette tribu. Par contre, Engler et Rouy le rangent dans la tribu des Aphyllanthées, ce qui concorde avec les données anatomiques.

IV. — TRIBU DES FUNCKIÉES

Genre *FUNCKIA* Spreng.

Funckia lancifolia Engl.

Pédoncule. — La section est légèrement elliptique ; son plus grand diamètre est de 1760 μ environ.

Le système fasciculaire est très différent de celui des tribus que je viens d'étudier ; il se compose de 6 grands et larges faisceaux A, disposés suivant une ellipse autour d'une large région centrale (fig. 42).

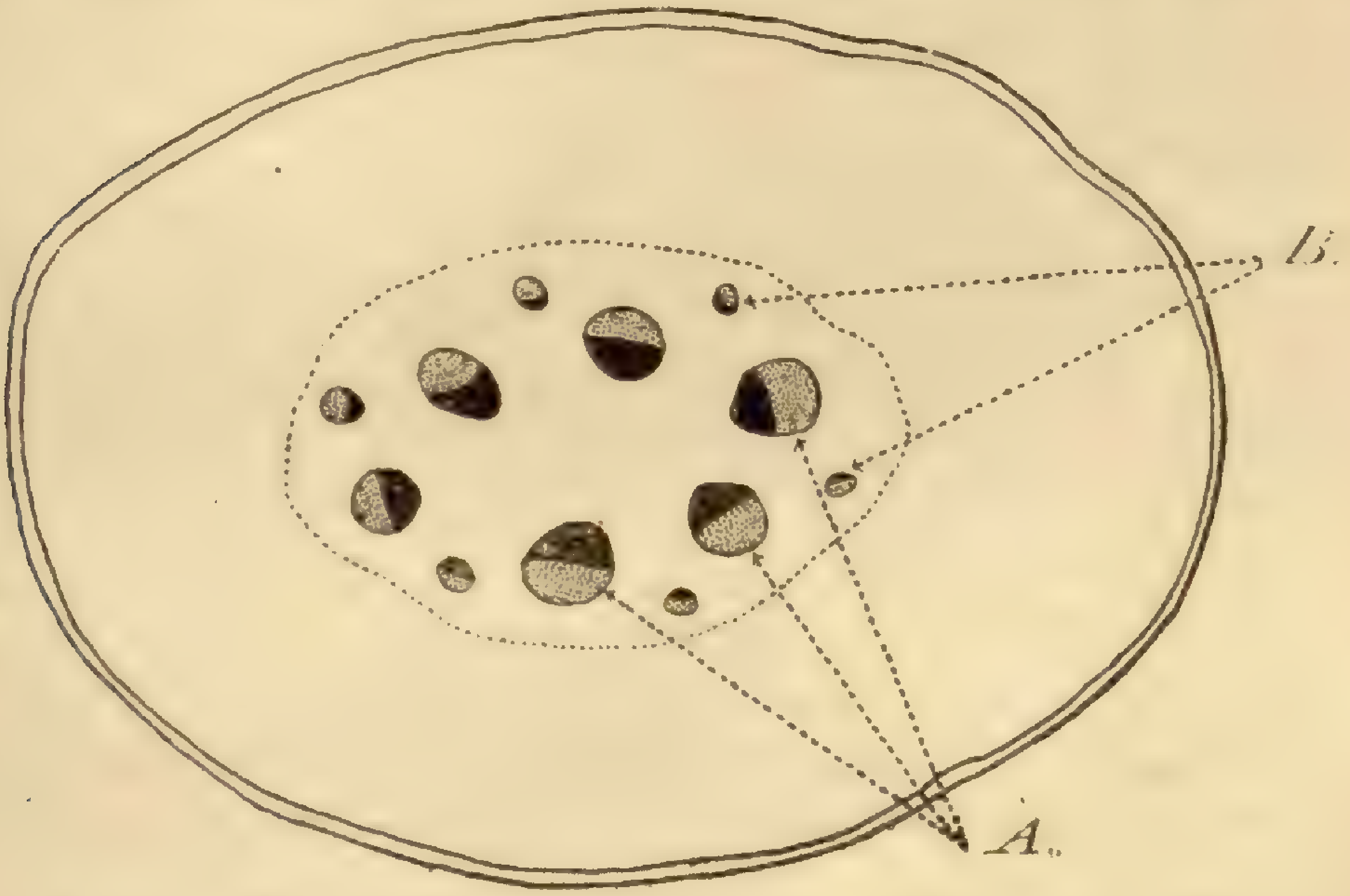


Fig. 42. — Coupe transversale du pédoncule de *Funckia lancifolia*.

En dehors et en alternance avec ce premier cercle de faisceaux, on observe 6 minuscules faisceaux. Parfois, comme dans tous les pédoncules dirigés plus ou moins horizontalement, on observe un développement moins grand d'un des côtés du pédoncule, se traduisant anatomiquement par un retard dans la différenciation d'un ou de plusieurs faisceaux du cercle externe.

La gaine de petites cellules s'étend sur une ou deux assises tout autour de la zone externe des faisceaux. L'écorce est constituée par neuf à dix assises de parenchyme ordinaire suivant le plus grand diamètre et de sept à huit assises suivant le petit diamètre ; les cellules corticales laissent, généralement, des méats quadrangulaires.

L'épiderme se compose de cellules sensiblement de la même taille, légèrement épaissies sur les faces internes.

Les faces externes, à peine bombées, sont, par contre, beaucoup plus épaisses et recouvertes par une cuticule finement denticulée.

Les stomates sont peu nombreux. Les cellules stomatiques sont grandes, à faces latérales légèrement convexes. Les faces externes et internes portent une bande d'épaississement se prolongeant en becs aigus plans.

Fleur. — Sous la fleur, les faisceaux des deux zones s'anastomosent en un anneau libéro-ligneux. De cet anneau partent des rameaux fasciculaires par *groupes de trois*, accompagnés des petits faisceaux de la zone externe qui se dirigent dans les sépales. Il en est de même des faisceaux allant aux pétales. Leur trace se compose de 3 faisceaux, comme chez le *Phalangium*, le *Paradisia* et le *Chlorophytum*.

Chaque carpelle possède un faisceau dorsal ; il existe des rameaux fasciculaires dans la région interne des cloisons. Les ovules sont anatropes, *dressés, à micropyle inférieur, caractérisés par un prolongement du tégument externe en une longue aile verticale, lancéolée.*

Les glandes septales, très nettes, s'étendent radialement à partir de la sixième ou septième assise sous-épidermique, presque jusqu'au centre du pistil. Les cellules bordantes sont fortement épaissies et se colorent en rouge vif par le carmin.

Le tissu conducteur se présente sous la forme de papilles courtes et arrondies, qui recouvrent les placentas, ces dernières se prolongent en coussinets triangulaires sous le micropyle.

Le parenchyme des carpelles renferme des raphides d'oxalate de calcium, mais en petit nombre.

L'épiderme des carpelles est lisse.

Funckia Fortunei Baker.

Pédoncule. — La section est arrondie, presque 3000 μ de diamètre.

Cette espèce se distingue de la précédente par le nombre double des faisceaux constituant le système fasciculaire. Par contre, leur groupement en deux cercles alternes, très rapprochés et disposés autour d'une large région centrale, est identique à celui de *F. lancifolia*.

La gaine de petites cellules et l'écorce présentent exactement les mêmes caractères, sauf que cette dernière renferme 2 à 3 assises de plus. Les caractères de l'épiderme sont identiques.

Fleur. — Par les particularités anatomiques de la fleur, cette espèce est extrêmement voisine de l'espèce-type et s'en distingue surtout par les ovules dont les téguments externes se prolongent du côté de la chalaze en aile obtuse et courte.

On voit donc que par la structure florale ce genre est très distinct des Asphodélées et des Aloïnées. Dans la classification de Tournefort, le genre *Funckia* prend place à côté d'*Hemerocallis* dans la tribu des Anthéricées. De Tournefort et Endlicher font rentrer ce genre dans la tribu des Agapanthées qui nous semble plus rapprochée des Alliées. Quant à Baillon, il classe ce genre parmi les Dracénées au voisinage du genre *Yucca*. Bentham et Hooker le classent entre les genres *Kniphofia* et *Blandfordia*. Engler le range dans le groupe des Asphodéloïdées-Hémérocallidées, à côté du genre *Hemerocallis*. Il semble, cependant, que ce genre, distinct des Asphodélees et des Aloïnées et, comme on le verra plus loin, des *Hemerocallis*, pourrait être classé dans une tribu distincte, celle des Funckiées.

En résumé, le genre *Funckia* peut être caractérisé ainsi :

1. Pédoncule à 12 ou 24 faisceaux groupés en deux cercles alternes très rapprochés. Gaine de petites cellules très étroite. Ecorce à 9-13 assises. Cuticule finement plissée. Stomates nombreux plus petits que les cellules annexes.

2 Fleur. Trace de chaque pièce florale = 3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal + 2 branches placentaires par carpelle. Présence de faisceaux internes des cloisons. Glandes septales bien différenciées. Ovules nombreux, dressés, anatropes, à tégument externe se prolongeant en aile du côté de la chalaze. Tissu conducteur en papilles arrondies. Cellules oxalifères dans les parois des carpelles. Epiderme de l'ovaire lisse.

1. Pédoncule à 12 faisceaux en deux zones de 6 faisceaux. Ovules à téguments se prolongeant en aile lancéolée, très longue. . . . . *F. lancifolia* Engl.

2. Pédoncule à 24 faisceaux en deux zones de 12 faisceaux. Ovules à téguments se prolongeant en aile courte, obtuse. . . . . *F. Fortunei* Baker.

V. — TRIBU DES DIANELLÉES

Genre *DIANELLA* Lam.

Dianella bancana Miq.

Pédoncule. — La section est elliptique, de contour ondulé, 800 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire se compose de deux zones de faisceaux, comme chez le genre *Funckia*. Par le nombre de faisceaux composant la zone interne, le *Dianella* se rapproche notamment de *F. lancifolia* ; celle-ci renferme, en effet, 6 grands faisceaux, aussi riches en vaisseaux que dans l'espèce précitée.

En dehors de la zone interne, il existe 15 fascicules, rangés en cercle, très rapprochés du premier. D'ailleurs, tout le système fasciculaire est très condensé autour d'une étroite région centrale, à l'inverse de ce que j'ai observé chez les *Funckia*. La gaine de petites cellules ne se compose que de 1-2 assises. L'écorce est constituée par 5-6 assises de parenchyme rond ordinaire, sans la disposition en files radiales signalée pour le genre précédent.

L'epiderme composé de cellules étroites, fortement épaissies sur les faces externes, porte une cuticule finement plissée. Les stomates, nombreux, sont superficiels et presque aussi larges que les cellules annexes.

Fleur. — Les faisceaux, composant la trace de chaque pièce florale, sont au nombre de *trois*, caractère qui rapproche le genre *Dianella* du genre *Funckia*. Le système fasciculaire du pistil est constitué également sur le même plan. Par contre, il n'existe pas de glandes septales. Les ovules, plus ou moins pendants, anatropes, à micropyle supérieur ou latéral, sont dépourvus d'ailes. Le tissu conducteur se présente en papilles courtes, arrondies, recouvrant les placentas et les angles internes des carpelles. Il n'existe pas de cristaux d'oxalate. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Il ressort de l'examen des caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur que le genre *Dianella* est bien distinct quoique très voisin du genre *Funckia*. Cependant, certains caractères tels que l'absence de glandes septales, la position et la forme des ovules, le système fasciculaire du pédoncule très condensé et rapproché de l'axe ne permettent pas de classer le genre *Dianella* dans la tribu des Funckiées.

Ceci vient à l'encontre de la classification de Bentham et Hooker qui placent le genre *Dianella* dans la tribu des Asphodélées ; je suis, au contraire, d'accord avec Engler qui range ce genre dans une sous-tribu distincte Asphodéloïdées-Asphodélées-Dianellinées.

Toutefois n'ayant pu réunir de données suffisantes sur ce groupe, je laisserai provisoirement le genre *Dianella* dans une tribu voisine des Funckiées.

VI. — TRIBU DES UVULARIÉES

1. — Genre *UVULARIA* L.

Uvularia grandiflora Smith.

Pédoncule. — La section est arrondie, de contour ondulé ; son plus grand diamètre est de 1440 µ environ.

Le système fasciculaire se compose de 24 faisceaux disposés en deux cercles concentriques autour d'une large région centrale (fig. 43).

Le cercle interne renferme 6 grands faisceaux *A* ; le cercle externe contient 6 faisceaux *B*, de dimensions beaucoup plus faibles, alternes avec les gros faisceaux du cercle interne et de 12 fascicules *b*.

La région centrale constituée par du parenchyme ordinaire ne présente rien de particulier.

La gaine de petites cellules se compose de deux ou trois assises.

L'écorce, s'étendant sur cinq à six assises de cellules, ne possède pas de caractères saillants.

L'assise épidermique se compose de cellules presque isodiamétriques, à parois externes fortement bombées, mais très peu épaissies.

L'épiderme est riche en stomates, ceux-ci sont caractérisés par leurs dimensions considérablement plus faibles que les cellules annexes et par leur situation. Les cellules stomatiques sont, en effet, très enfoncées, de sorte que l'on observe un étroit canal entre les deux cellules annexes. Beaucoup de ces dernières se prolongent en courts poils coniques unicellulaires.

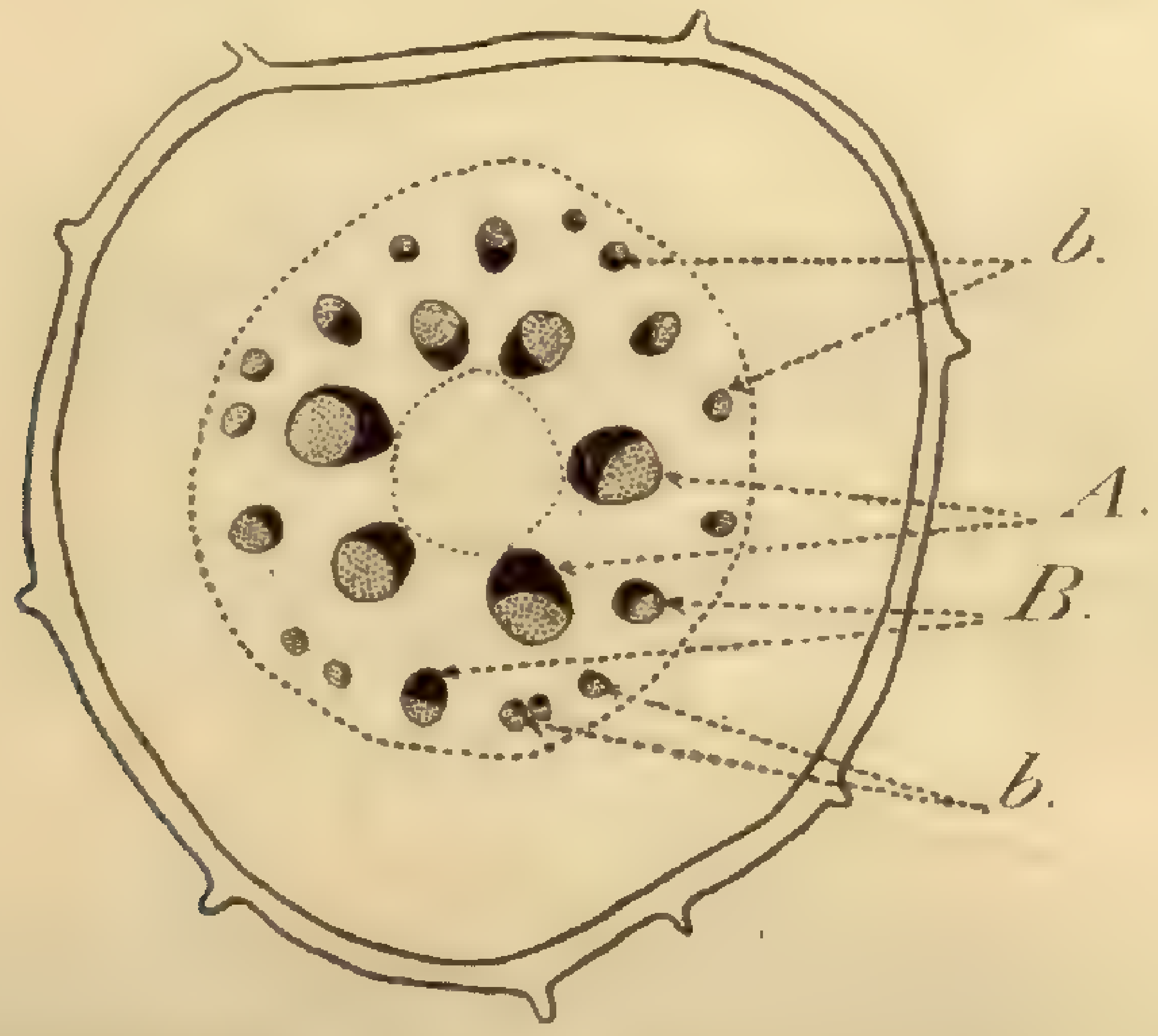


Fig. 43. — Coupe transversale du pédoncule d'*Uvularia grandiflora*.

Fleur. — Sous la fleur, les faisceaux du cercle externe se dirigent par groupe *de trois* dans les sépales et les pétales. Leur trace se compose donc de *trois faisceaux*.

Les faisceaux du cercle interne donnent le système fasciculaire de l'androcée et du gynécée. Chaque carpelle renferme 3 faisceaux dorsaux qui donnent, en se ramifiant, des petits rameaux fasciculaires pour les parties latérales des carpelles et deux branches placentaires. Les faisceaux dorsaux des carpelles sont divisés en 3 rameaux très rapprochés.

Les ovules sont anatropes et insérés obliquement sur les placentas.

Les glandes septales n'existent pas.

Le tissu conducteur est à peine papilleux.

Le mésophylle des feuilles carpellaires ne renferme pas de cristaux d'oxalate de calcium.

L'épiderme de l'ovaire est lisse.

2. — Genre *TRICYRTIS* Wall.

Tricyrtis hirta Hook.

Pédoncule. — La section est légèrement elliptique, de contour assez régulier ; son plus grand diamètre est de 1680-2000 μ environ.

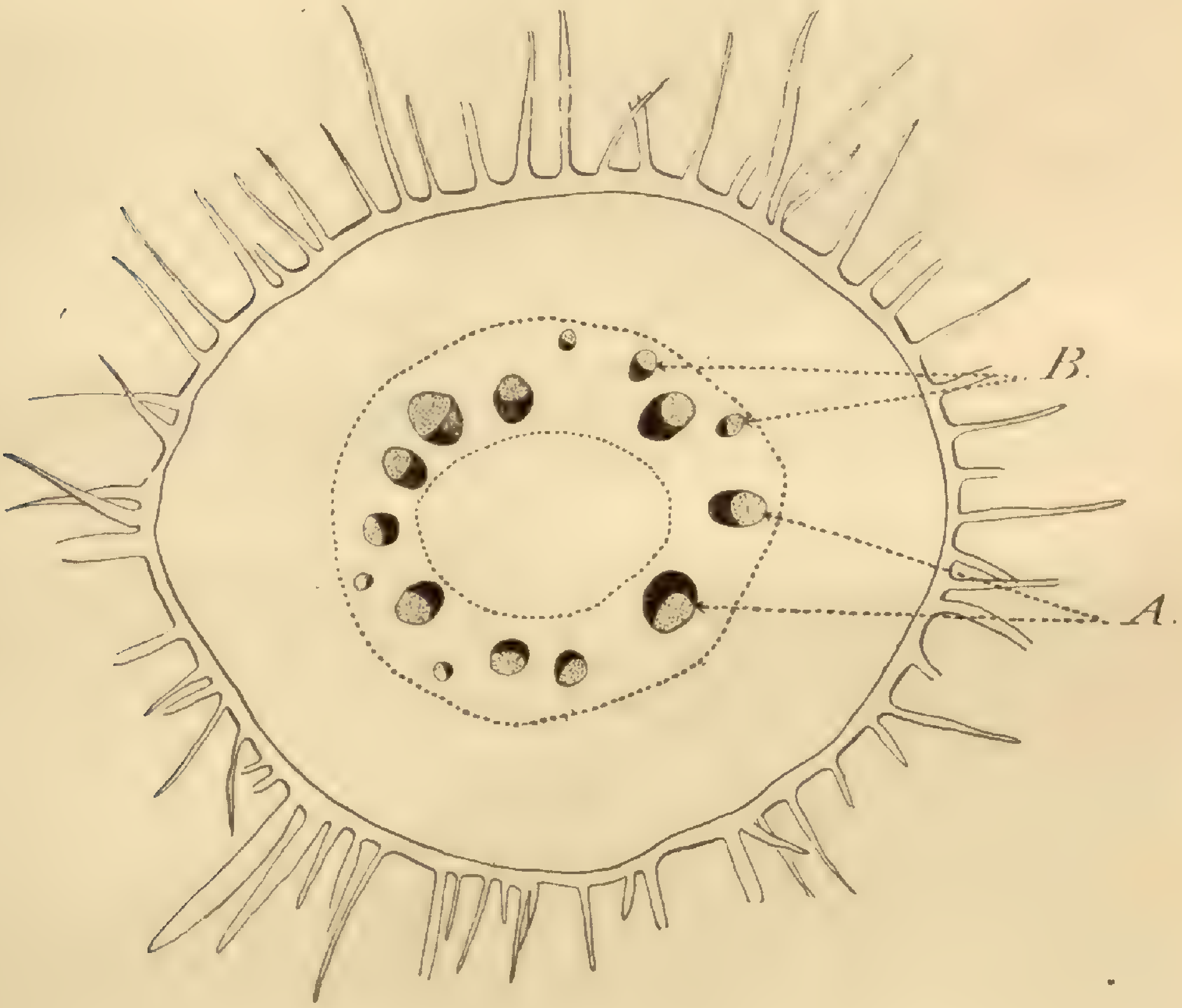


Fig. 44. — Coupe transversale du pédoncule de *Tricyrtis hirta*.

Par la disposition du système fasciculaire, cette plante se rapproche d'*Uvularia grandiflora* ; cependant, l'ensemble des caractères anatomiques, tout en rapprochant les deux genres, permet facilement de les distinguer. En effet, le système fasciculaire de *Tricyrtis hirta* renferme comme celui du genre précédent deux cercles concentriques de faisceaux (fig. 44), mais chez le deuxième genre, les deux cercles de faisceaux sont beaucoup plus rapprochés l'un de l'autre et le nombre des faisceaux est moins élevé : il est généralement de quinze. Ils diffèrent des faisceaux d'*Uvularia* par la forme et par la disposition des éléments libéro-ligneux. On y observe également une assise génératrice entre le bois et le liber.

La gaine de petites cellules légèrement lignifiée s'étend sur 3 ou 4 assises.

L'écorce est plus large et se compose de 6 à 7 assises de parenchyme rond, peu lacuneux. L'épiderme est bien caractérisé par la présence de très longs poils unicellulaires extrêmement nombreux. Les stomates, assez nombreux, sont très superficiels, à l'inverse de ce qu'on observe chez l'*Uvularia*. Les cellules stomatiques sont fortement épaissies sur toutes les faces, sauf sur celles qui touchent les cellules annexes.

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez le genre *Uvularia*. Les traces des sépales et des pétales se composent de *trois* faisceaux.

Les faisceaux staminaux proviennent, comme chez l'*Uvularia*, des faisceaux de la zone interne du pédoncule.

Ces deux genres, différents par la structure du pédoncule, se distinguent également par le système fasciculaire du pistil.

Dans celui de *Tricyrtis*, il existe des faisceaux dans la région externe des cloisons, à l'inverse de ce que j'ai observé dans le pistil du genre précédent, ce qui indique une lointaine ressemblance avec l'*Eryhtronium* et le *Fritillaria* parmi les Lilioïdées.

Les ovules sont horizontaux, anatropes, insérés par séries de deux dans chaque loge, ils sont beaucoup plus allongés que les ovules d'*Uvularia ;* de plus, les téguments externes se prolongent du côté de la chalaze par une petite protubérance.

Par la disposition du tissu conducteur, cette espèce se rapproche, par contre, de l'espèce précitée.

Les glandes septales font également défaut.

Je n'ai pas observé de cristaux d'oxalate de calcium.

L'épiderme de l'ovaire est complètement lisse.

Les carpelles se disjoignent également légèrement comme chez l'*Uvularia*.

On voit donc que ces deux plantes, très voisines par les caractères morphologiques, le sont aussi par les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur. Par conséquent, il semble naturel de les classer l'une près de l'autre dans une tribu distincte, celle des Uvulariées comme l'ont fait Bentham et Hooker, ainsi qu'Engler. La disposition du système fasciculaire en deux zones rappelle le même groupement chez le genre *Funckia*. Par ce caractère, on pourrait rattacher les Uvulariées à la tribu des Funckiées. Parmi les anciens auteurs, Kunth considère le genre *Tricyrtis* ainsi que les genres *Yucca* et *Phormium* comme voisins de la famille des Liliacées. Endlicher le classe à côté du genre *Veratrum* dans le sous-ordre des Vératrées de l'ordre des Joncacées.

3. — Genre *GLORIOSA* L.

Gloriosa superba L.

Pédoncule. — La section est circulaire, 1500-1800 μ de diamètre. Par la disposition du système fasciculaire du pédoncule, cette plante est très voisine d'*Uvularia grandiflora*, mais en diffère par un nombre moins élevé de faisceaux. Dans les deux espèces, la zone interne renferme 6 faisceaux, mais tandis que chez la première, la zone externe se compose de 18 faisceaux, chez la deuxième, il n'en existe que 12. De plus, les faisceaux de la zone interne et, en général, ceux qui présentent les dimensions les plus grandes sont très riches en vaisseaux (15-18) de petit calibre chez l'*Uvularia*, mais ne possèdent chez le *Gloriosa* que 3-5 vaisseaux de calibre double.

La gaine de petites cellules se confond avec l'écorce : les deux éléments se composent de neuf à dix assises de collenchyme angulaire, dont les cellules présentent des dimensions deux fois moindres par rapport à celles qui englobent les faisceaux et qui composent la région centrale. L'épiderme, constitué par des cellules étroites, à faces externes à peine bombées, est recouvert d'une cuticule lisse. Les stomates, nombreux, sont de forme ovale, superficiels, à l'inverse de ceux d'*Uvularia*.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme dans le genre précité. La trace de chaque pièce du périanthe renferme *3 faisceaux*.

Les carpelles présentent en plus des faisceaux dorsaux une vascularisation très riche. Les ovules, également nombreux, horizontaux, anatropes ou légèrement campylotropes, s'insèrent par séries de deux dans chaque loge.

Les glandes septales n'existent pas et comme dans le genre *Uvularia*, le tissu conducteur est en courtes papilles. Le mésophylle carpellaire ne contient pas de cellules oxalifères. L'épiderme de l'ovaire est également lisse.

Comme on vient de le voir, les genres *Uvularia*, *Tricyrtis* et *Gloriosa*, que les systématiciens modernes classent dans la même tribu en se basant sur les caractères morphologiques, sont extrêmement voisins par les caractères anatomiques de la fleur, et peuvent être maintenus dans la même tribu des Uvulariées. Baillon, par contre, classe le *Gloriosa* dans la tribu des Gloriosées.

En résumé, la tribu des Uvulariées peut être caractérisée ainsi :

1. **Pédoncule** à 24-15-18 faisceaux disposés en 2 cercles concentriques. Gaine de petites cellules étroite de 3-4 assises, lignifiée ou non. Epiderme à poils courts et rares ou très longs et extrêmement nombreux ou dépourvu de poils. Stomates nombreux, profonds ou superficiels, très petits par rapport aux cellules annexes.

2. **Fleur**. Trace de chaque pièce du périanthe = 3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal simple ou trifurqué + de nombreuses ramifications + deux branches placentaires. Faisceaux externes des cloisons présents ou absents. Ovules nombreux, insérés obliquement, anatropes, arrondis ou allongés, à tégument lisse ou portant une protubérance du côté de la chalaze. Pas de glandes septales. Tissu conducteur en papilles arrondies. Pas de cellules oxalifères. Epiderme de l'ovaire lisse. Carpelles soudés sur toute la longueur des cloisons ou seulement au centre du pistil.

I. Genre *UVULARIA* L.

1. **Pédoncule** à 24 faisceaux. Zone interne à 6 grands faisceaux, zone externe à 18 faisceaux dont 6 plus forts alternant avec ceux de la zone interne. Gaine de petites cellules à 2-3 assises non lignifiées. Ecorce à 5-6 assises. Epiderme à poils courts et rares, stomates profonds.

2. **Fleur**. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal par carpelle trifurqué de nombreuses et fortes ramifications. Pas de faisceaux dans la partie externe des cloisons. Ovules subcampylotropes, arrondis, à teguments lisses. Carpelles soudés sur toute la longueur des cloisons . . . . *U. grandiflora* Smith.

II. Genre *TRICYRTIS* Wall.

1. **Pédoncule** à 15 faisceaux en 2 zones. Gaine de petites cellules à 3-4 assises lignifiées. Ecorce à 6-7 assises. Epiderme à poils très nombreux extrêmement longs. Stomates superficiels.

2. **Fleur**. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal sans ramifications. Faisceaux externes des cloisons présents. Ovules allongés, téguments externes portant une protubérance. Carpelles soudés jusqu'au milieu des cloisons. . . . . *T. hirta* Hook.

III. Genre *GLORIOSA* L.

1. **Pédoncule** à 18 faisceaux, disposés en 2 zones. Epiderme dépourvu de poils.

2. **Fleur**. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal + de nombreuses ramifications. Carpelles presque libres. Ovules nombreux, subcampylotropes . . . . *G. superba* L.

VII. — TRIBU DES HÉMÉROCALLIDÉES

Genre *HEMEROCALLIS* L.

Hemerocallis fulva L.

Pédoncule. — La section est circulaire, de 4000 μ environ.

Par la disposition du système fasciculaire, par un nombre de faisceaux plus élevé, ce genre diffère des Funckiées et des Uvulariées que je viens d'étudier et ressemble, par contre, aux Liliées, notamment au genre *Lilium*.

Comme dans ce genre, le système fasciculaire renferme un très grand nombre de faisceaux, *disposés en trois zones* concentriques.

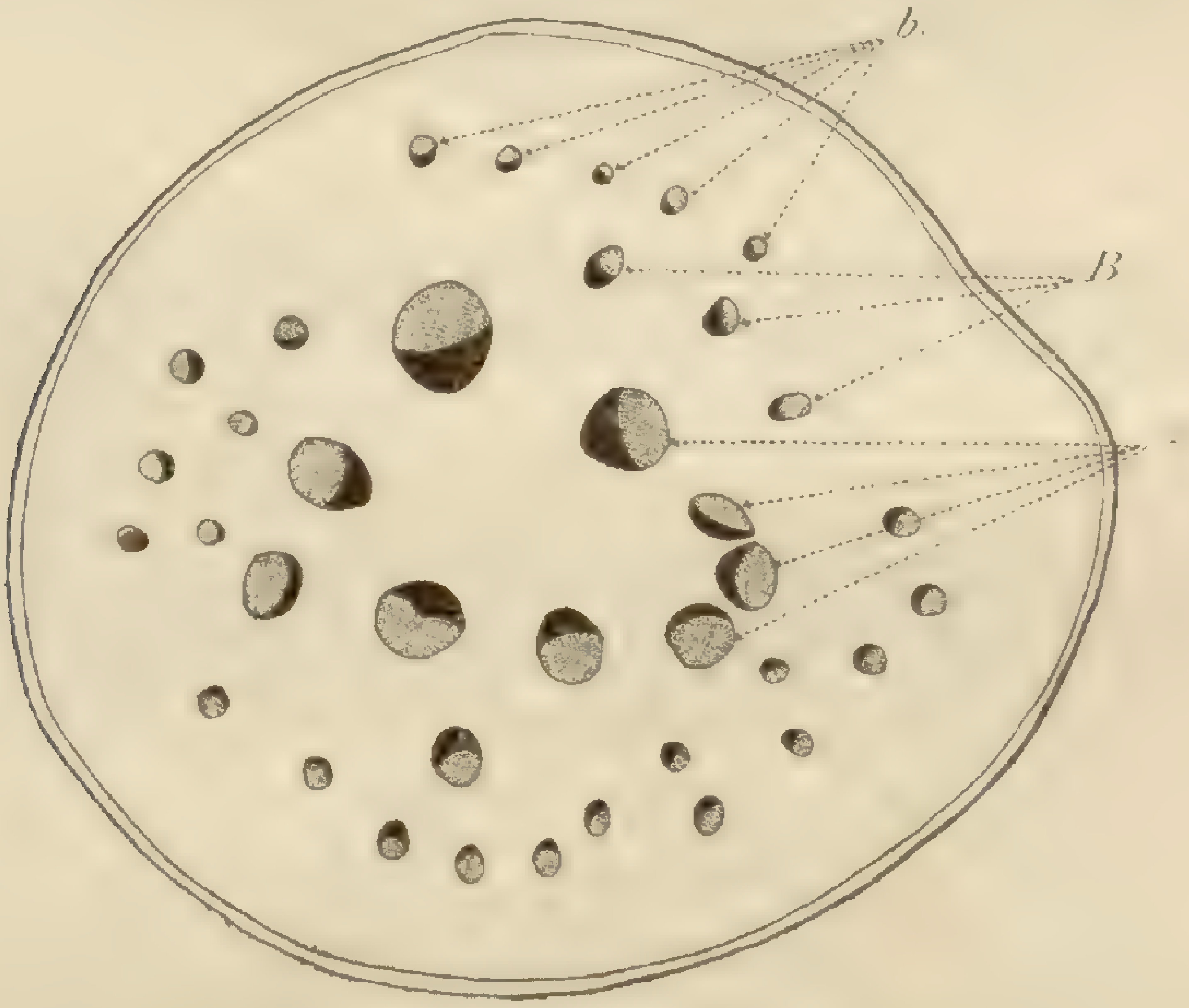


Fig. 45. — Coupe transversale du pédoncule d'*Hemerocallis fulva*.

La plus interne est constituée par 9 gros faisceaux *A* (fig. 45), disposés en un triangle, et qui se distinguent des mêmes faisceaux des *Lilium* par la disposition des éléments vasculaires. Ceux-ci sont disposés, ainsi que chez les autres Asphodéloïdées, presque comme chez les Dicotylédones et n'entourent pour ainsi dire pas le liber. Ils sont, de plus, mélangés avec un grand nombre de cellules parenchymateuses. On y observe également des formations secondaires.

En dehors de la zone interne, il existe trois groupes de 4-6 faisceaux *B* plus faibles. Enfin, extérieurement et en alternance avec ces trois groupes fasciculaires, on observe trois autres groupes de

5-9 fascicules *b*. Les petites cellules de la gaine entourant les deux zones externes sont légèrement collenchymateuses et à contenu très riche en huiles essentielles. L'écorce se compose de 10-11 assises cellulaires qui ne présentent rien de particulier.

L'assise épidermique est constituée par des cellules sensiblement de la même taille que les cellules corticales, sauf les cellules annexes, beaucoup plus grandes. Les faces externes des cellules épidermiques sont fortement épaissies et recouvertes d'une cuticule lisse. Les stomates, très nombreux, ont une forme presque circulaire en coupe transversale ; leurs parois internes et externes portent un fort épaississement et des becs cutinisés dressés.

Fleur. — Les faisceaux se distribuent dans la fleur comme chez les Tulipées, mais leur trace se compose d'un grand nombre de faisceaux, caractère qui éloigne les *Hemerocallis* des Tulipées. Les systèmes fasciculaires de l'androcée et du gynécée proviennent des faisceaux de la zone interne du pédoncule. Le système fasciculaire du pistil s'organise d'une manière un peu différente de celle des *Lilium*. En effet, après le départ des faisceaux staminaux, les faisceaux qui restent se brisent en une quantité innombrable de rameaux fasciculaires ; ceux-ci, disséminés d'abord sans ordre, se groupent de manière à constituer 3 faisceaux dorsaux des carpelles, 3 fortes masses libéro-ligneuses qui vascularisent la partie interne des cloisons et six branches placentaires.

Il n'existe pas, à l'inverse des Tulipées, de faisceaux pour la partie externe des cloisons.

Chaque loge de l'ovaire renferme une série de deux ovules, généralement horizontaux, anatropes.

Les glandes septales n'existent qu'à la base de l'ovaire ; elles sont extrêmement sinueuses en coupe transversale, caractérisées par des cellules étirées tangentiellement, à parois externes épaissies. Le mésophylle des carpelles renferme un grand nombre de cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Hemerocallis flava L.

Pédoncule. — La section est légèrement elliptique, son diamètre est de 3500 μ environ.

Par la structure du pédoncule, cette espèce est extrêmement voisine de l'espèce précédente. Le système fasciculaire, également très compliqué, est construit sur le même type ; il en diffère par un nombre plus grand de fascicules constituant la zone externe. On observe une assise génératrice très nette dans les plus gros faisceaux, comme dans tant d'autres Liliacées étudiées.

Le parenchyme entourant tous les faisceaux est légèrement lignifié, ainsi que la gaine de petites cellules, larges de six à sept assises.

La moelle ne présente rien de particulier. L'écorce s'étendant sur neuf à douze assises est constituée par du parenchyme ordinaire.

Les cellules sécrétrices à huiles essentielles sont moins nombreuses. L'épiderme présente les caractères décrits pour *H. fulva*, mais ici la cuticule est légèrement ondulée. Les stomates, très nombreux, sont construits sur le même type ; cependant, les cellules sont plus allongées.

Fleur. — Par la structure de la fleur, les deux espèces sont également très voisines. La distribution des faisceaux, le système fasciculaire du pistil présentent une ressemblance frappante avec ce que j'ai observé dans la fleur d'*H. fulva*. Comme dans toutes les Liliacées étudiées, la structure de la fleur montre surtout des ressemblances entre les espèces d'un même genre et les différences sont insignifiantes.

Les ovules sont anatropes ou subcampylotropes et plus élargis que dans l'espèce précédente.

Il est par conséquent logique de classer les deux espèces d'*Hemerocallis* l'une à côté de l'autre dans une tribu distincte, celle des Hémérocallidées, qui se relierait par la tribu des Funckiées aux Asphodélées.

Enfin, le genre *Hemerocallis* peut être caractérisé de la manière suivante :

1. Pédoncule renfermant un très grand nombre de faisceaux groupés en 3 zones. Zone interne à 9 faisceaux, zone moyenne à un grand nombre de faisceaux. Gaine de petites cellules collenchymateuse ou lignifiée. Ecorce large, riche en cellules secrétrices oléifères. Cuticule lisse ou à peine ondulée. Stomates très nombreux.

2. Fleur. La trace de chaque piece du périanthe à ∞ de faisceaux 1 faisceau dorsal par carpelle. Présence de faisceaux dans la région interne des cloisons. Pas de faisceaux externes des cloisons. Ovules nombreux, horizontaux, anatropes.

Glandes septales très sinueuses, existant seulement à la base de l'ovaire. Raphides d'oxalate dans le mésophylle des carpelles. Epiderme externe de l'ovaire lisse.

On peut distinguer les 2 espèces comme suit :

1. Pédoncule à zone interne de 9 faisceaux + 30 fascicules groupés en 2 zones. Gaine de petites cellules collenchymateuse. Cuticule lisse. Stomates arrondis. Ovules allongés . . . . *H. fulva* L.

2. Pédoncule à zone interne de 9 faisceaux, zone externe 36 fascicules groupés en 2 zones. Gaine de petites cellules lignifiée. Cuticule ondulée. Stomates allongés. Ovules élargis. . . . . *H. flava* L.

⁂

En résumé, la sous-famille des Asphodéloïdées peut être caractérisée ainsi :

1. Pédoncule à 6 faisceaux en 2 triangles disposés sur le même rang ou 6-12 en un cercle ou un grand nombre de faisceaux en 2-3 zones. Lorsqu'il y a 2 zones, la zone interne renferme 6 à 12 faisceaux, les deux zones sont très rapprochées. Lorsqu'il y a trois zones, la zone interne renferme 9-12 faisceaux. Faisceaux à bois non enveloppant. Gaine de petites cellules rarement lignifiée. Souvent cellules oxalifères.

2. Fleur. Trace de chaque pièce florale = 1-3-∞ faisceaux. Faisceaux dorsaux du pistil = 1-3. Faisceaux internes des cloisons du pistil présents ou absents. Rarement faisceaux dans la partie externe des cloisons. Ovules ou deux par loge, horizontaux à micropyle supérieur ou ovules nombreux horizontaux, anatropes ou subcampylotropes. Rarement ovules pendants. Glandes septales presque toujours présentes, bien différenciées. Tissu conducteur bien différencié. Raphides d'oxalate dans le parenchyme carpellaire.

⁂

Parmi les Asphodéloïdées, on pourrait considérer la tribu des Funckiées comme tribu centrale, autour de laquelle se rattache d'une part, la tribu des Asphodélées par le genre *Paradisia,* où les systèmes fasciculaires du pédoncule et de la fleur présentent une organisation intermédiaire entre les autres Asphodélées et le genre *Funckia,* et, d'autre part, comme on vient de le dire, aux Uvulariées. Un lien plus lointain relie les Asphodélées aux Aphyllanthées.

J'ai montré plus haut que les Hémérocallidées se relient, d'une part, aux Funckiées et Uvulariées, et, d'autre part, présentent des affinités avec les Tulipées de la sous-famille des Lilioïdées.

CHAPITRE III

SOUS-FAMILLE DES ASPARAGOÏDÉES

I. — TRIBU DES ASPARAGÉES

Genre *ASPARAGUS* L.

Asparagus officinalis L.

Pédoncule. — La section au-dessus de l'articulation est arrondie, à contour sinueux, de 720 µ environ de diamètre.

Le système fasciculaire rappelle par sa disposition celui des Asphodélées (fig. 46). Il renferme normalement six faisceaux, mais très fréquemment, on observe 5 faisceaux disposés en un cercle. Cette anomalie du système fasciculaire se retrouve sur un grand nombre d'échantillons examinés.

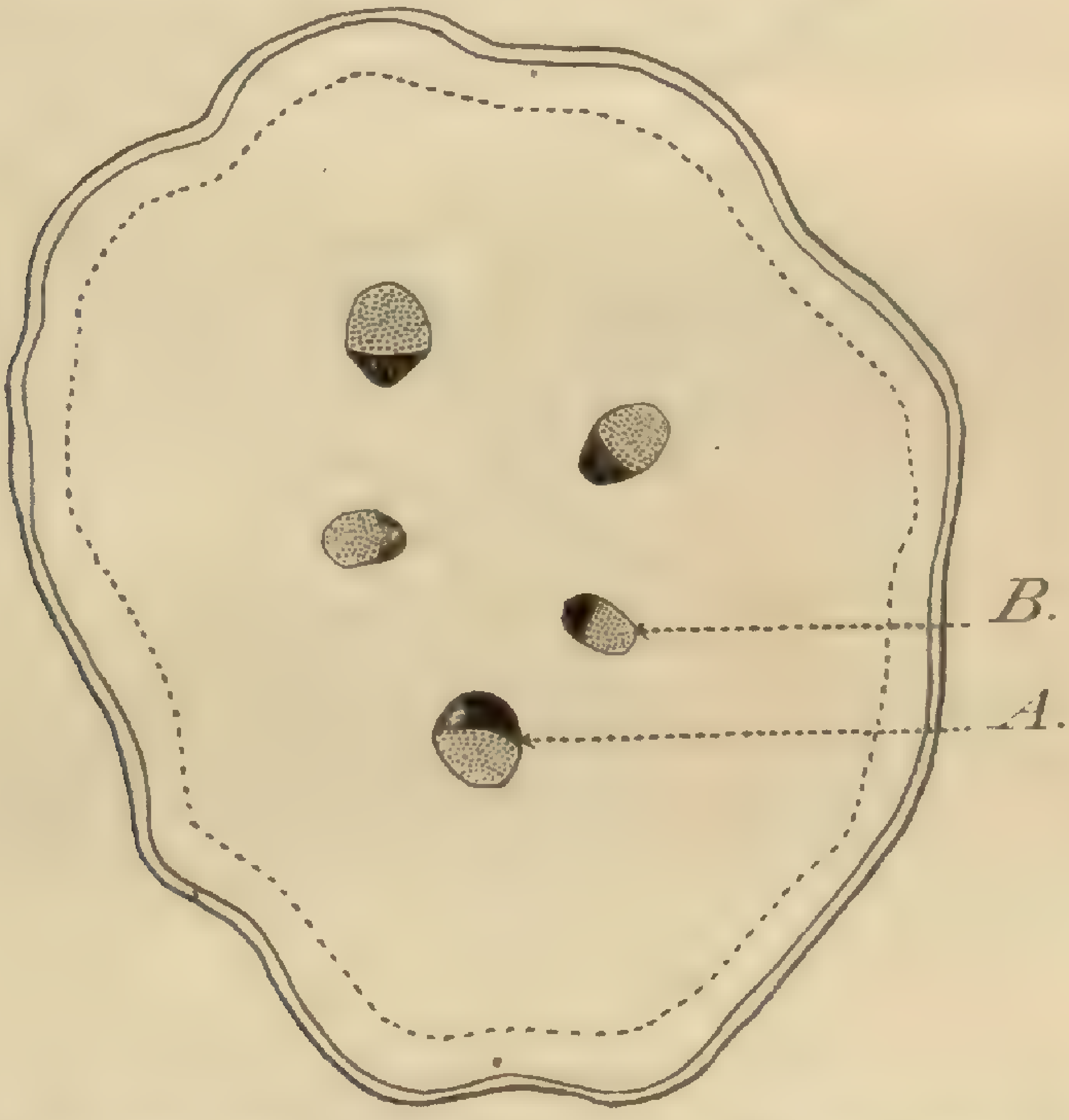


Fig. 46. — Coupe transversale du pédoncule d'*Asparagus officinalis*.

Les faisceaux présentent la forme d'une coupe allongée radialement, et se composent de deux à trois rangées de vaisseaux disposés en arc de cercle enveloppant le liber, à l'inverse de ce qu'on observe chez les Asphodélées. Quelques vaisseaux sont en voie de résorption. Le liber se compose de sept à huit assises qui sont accompagnées de quelques cellules parenchymateuses, fortement épaissies. La gaine de petites cellules, entourant le système fasciculaire, si distincte dans les tribus décrites plus haut, est ici réduite à 1-2 assises entourant chaque faisceau. La moelle est large, constituée ainsi que l'écorce par du parenchyme cellulosique, méatifère, dont les dernières assises sont légèrement collenchymateuses. Les cellules épidermiques, alternant régulièrement avec les cellules corticales sous-jacentes, présentent sur leurs faces externes fortement bombées un épaississement subérisé. La cuticule est lisse. Les stomates sont peu nombreux : les cellules stomatiques, plus larges que les cellules annexes, portent un fort épaississement sur les faces externes et internes ; ces dernières proéminent fortement dans la chambre sous-stomatique de petite taille.

Fleur. — Sous la fleur, les faisceaux du pédoncule s'anastomosent en anneau libéro-ligneux, comme chez un grand nombre de Liliacées déjà étudiées et se distribuent dans la fleur suivant le même schéma. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul* faisceau. Les fleurs naissent généralement hermaphrodites, mais fréquemment, le pistil, quoique bien formé, contient des ovules réduits à de simples mamelons ou reste complètement stérile.

Dans les fleurs femelles à ovaire normalement développé, le système fasciculaire de ce dernier est fort simple et se compose d'un faisceau dorsal par carpelle et de deux branches placentaires. Les ovules, insérés par séries de 1 dans chaque loge, sont horizontaux, anatropes, de forme triangulaire, à micropyle supérieur.

Les glandes septales, assez allongées dans le sens radial, sont peu différenciées, ainsi que le tissu conducteur, en courtes papilles arrondies.

Le mésophylle des carpelles renferme quelques cellules arrondies ou elliptiques à raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Asparagus scaber Brignoli.

Pédoncule. — La section est arrondie, de 640 μ environ de diamètre.

Par la structure du pédoncule, cette espèce est très voisine de la précédente. Elle en diffère par un nombre un peu plus élevé de faisceaux, 8 généralement, disposés en un cercle comme chez l'*A. officinalis*, par les dimensions plus faibles des faisceaux et par leur forme plus large. La gaine de petites cellules se confond avec l'écorce. Cette dernière s'étend sur 11-12 assises ; les assises les plus internes et les plus externes portent un léger épaississement cellulosique aux angles. L'épiderme est construit sur le même type, ainsi que les stomates assez nombreux.

Fleur. — La distribution des faisceaux s'effectue comme dans l'espèce précédente. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul faisceau*.

Le système fasciculaire du pistil comprend 3 faisceaux dorsaux des carpelles et 6 branches placentaires ; il est très simple, par conséquent.

Les ovules, insérés par série de deux dans chaque loge, sont subcampylotropes. Les deux espèces se ressemblent par les caractères des glandes septales et du tissu conducteur.

Le mésophylle des carpelles renferme un grand nombre de cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme de l'ovaire est lissé.

Asparagus acutifolius L.

Pédoncule. — Comme dans l'espèce précédente, la section est arrondie, à contour sinueux, de 480 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire se compose de 6 faisceaux, disposés également en un cercle, mais à l'inverse de ce qui existe chez l'*A. officinalis* (fig. 47), le parenchyme qui entoure les faisceaux de tous les côtés est fortement lignifié ; cette lignification s'étend partiellement jusqu'à la moelle. L'écorce a les mêmes caractères que chez l'*A. officinalis*, sauf la dernière assise qui se compose de cellules plus étroites. L'épiderme ressemble à celui de l'espèce précédente par la forme des cellules épidermiques qui sont également subérifiées. Les stomates, peu nombreux, présentent les mêmes particularités.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue de la même manière que dans les fleurs d'*A. officinalis* et d'*A. scaber*. Dans les trois espèces, les fleurs sont hermaphrodites ou unisexuées par avortement de l'androcée ou du gynécée.

Dans les fleurs hermaphrodites, le système fasciculaire de tous les verticilles se forme normalement. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul* faisceau. Le système fasciculaire du pistil renferme 3 faisceaux dorsaux et 6 branches placentaires.

Chaque loge de l'ovaire contient 1-2 séries d'ovules semi-horizontaux, semi-anatropes.

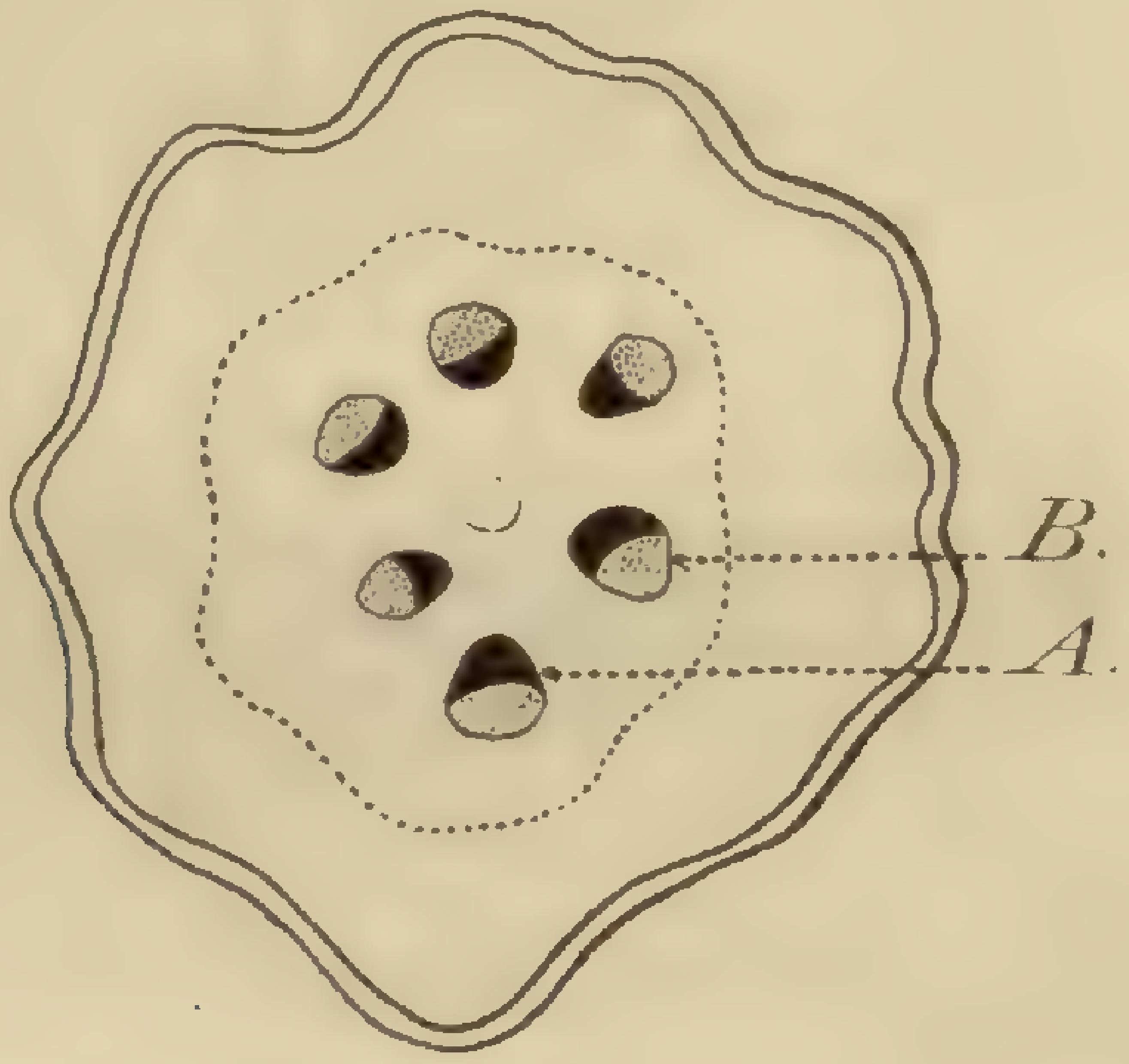


Fig. 47. — Coupe transversale du pédoncule d'*Asparagus acutifolius*.

Les glandes septales s'étendent presque sur toute la largeur des cloisons.

Le tissu conducteur présente les mêmes caractères que chez l'*A. officinalis*.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme beaucoup de cellules à raphides d'oxalate de calcium.

Asparagus racemosus Willd.

Pédoncule. — Cette espèce se distingue facilement des espèces précédentes par le nombre des faisceaux qui est de *trois*. Par contre, les autres caractères sont identiques à ceux d'*A. acutifolius*. Par le nombre des faisceaux, cette plante se rapproche des *Ruscus* et pourrait être considérée comme espèce de passage entre les deux genres.

FLEUR. — Les caractères floraux sont identiques à ceux d'*A. acutifolius* dont les glandes septales, beaucoup plus longues dans le sens radial, laissent un large espace entre les deux épidermes.

⁂

La plupart des auteurs classent le genre *Asparagus* dans la tribu des Asparagées, en le rapprochant du genre *Ruscus*. En étudiant ce dernier genre, j'indiquerai les raisons pour lesquelles il est préférable de le séparer du genre *Asparagus*.

On pourrait se baser sur le nombre des faisceaux pour diviser le genre *Asparagus* en deux sections, la première renfermerait les espèces à 6-9 faisceaux et correspondrait au sous-genre *Euasparagus* de Baker, et la deuxième serait formée par l'*A. racemosus* et les espèces de structure florale analogue, correspondant au sous-genre *Asparagopsis* du même auteur.

En résumé, la tribu des Asparagées peut être caractérisée ainsi :

1. PÉDONCULE à 3-9 faisceaux disposés en une zone. Pas de gaine générale, mais autour de chaque faisceau. Parenchyme cortical et interfasciculaire cellulosique ou lignifié. Ecorce large, assises corticales externes collenchymateuses ou non. Cellules épidermiques à faces externes fortement bombées, subérifiées ou non. Cuticule lisse. Stomates peu nombreux.

2. FLEUR. Ovaire triloculaire. Trace de chaque pièce florale = 1 faisceau. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal par carpelle + 2 branches placentaires. Ovules anatropes, horizontaux. Glandes septales présentes. Tissu conducteur très peu différencié. Raphides d'oxalate présentes ou absentes. Epiderme de l'ovaire lisse.

Genre *ASPARAGUS* L.

1. PÉDONCULE à 3-6-9 faisceaux en cercle. Parenchyme lignifié ou non. Ecorce large de 11-12 assises, dont les externes sont collenchymateuses. Stomates peu nombreux, presque aussi larges que les cellules annexes. Cuticule lisse.

2. FLEUR. Ovaire triloculaire. 1 faisceau dorsal par carpelle. Faisceaux staminaux réunis par le parenchyme aux pièces florales externes, puis libres. Glandes septales peu différenciées. 2 ovules par loge, horizontaux, anatropes.

Section I. sous-genre *Euasparagus* Baker.

1. Pédoncule à 6-5 faisceaux en cercle. Parenchyme non lignifié. *A. officinalis* L.
2. Pédoncule à 9-8 faisceaux en un cercle. Parenchyme non lignifié. . . . . *A. scaber* Brignoli.
3. Pédoncule à 6 faisceaux dont 3 plus petits, en cercle. Parenchyme lignifié. . . . . *A. acutifolius* L.

Section II. sous-genre *Asparagopsis* Baker.

4. Pédoncule à 3 faisceaux en une zone. Symétrie radiale. Parenchyme lignifié. . . . . *A. racemosus* Willd.

II — TRIBU DES RUSCÉES.

Genre RUSCUS L.

Ruscus aculeatus L.

Pédoncule des fleurs ♂. — La section est elliptique, à contour régulier, de 560 μ environ de diamètre.

Ce genre se rapproche du genre *Asparagus*, notamment d'*A. racemosus* par le système fasciculaire du pédoncule ne renfermant que *trois* faisceaux disposés en triangle (fig. 48). Ces derniers se distinguent de ceux d'*Asparagus*, par leur forme plus allongée et par leurs dimensions plus faibles. De plus, on trouve *quelques* fibres, bien différenciées, seulement à l'extérieur du liber.

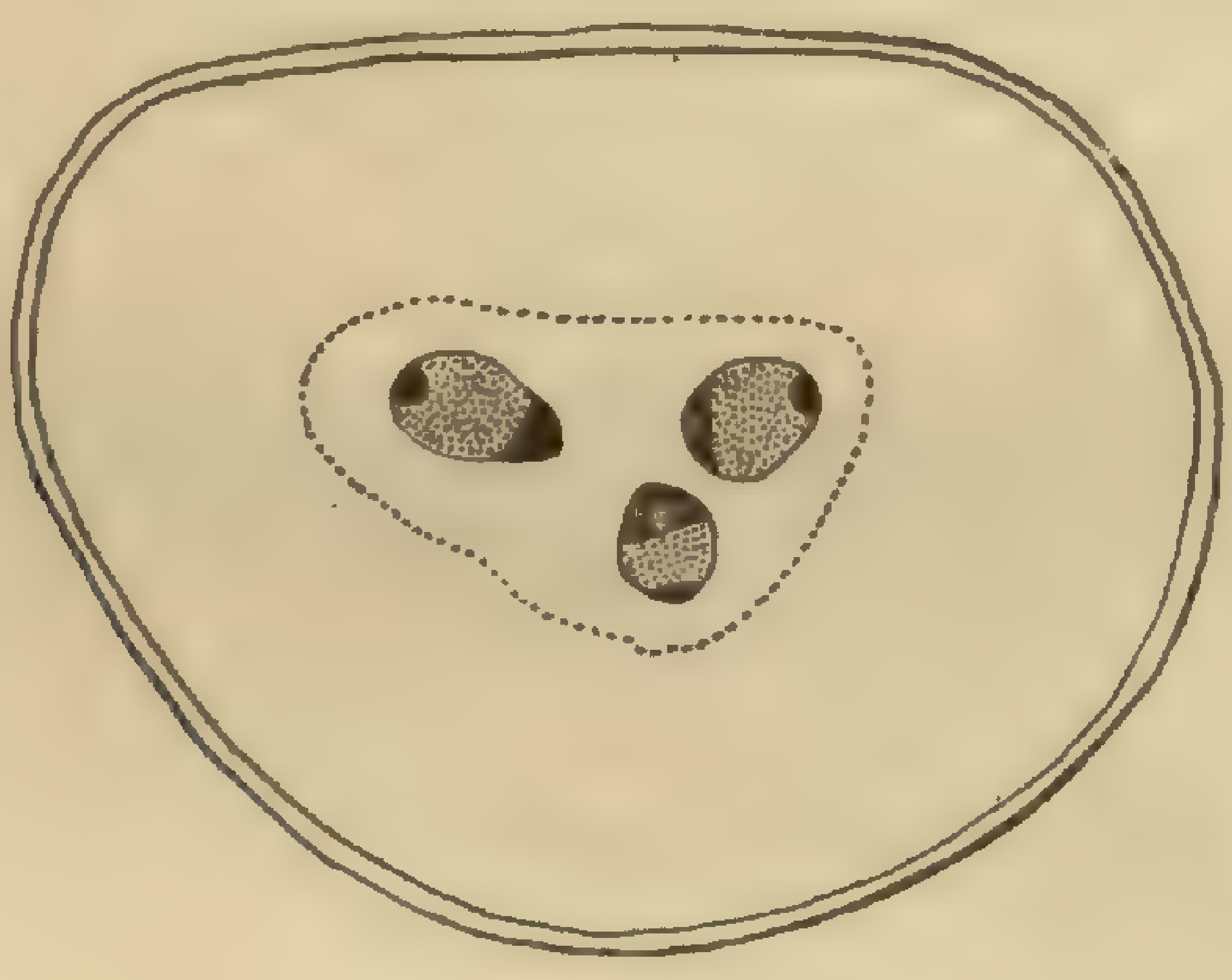


Fig. 48. — Coupe transversale du pédoncule de *Ruscus aculeatus*

La gaine de petites cellules se compose, comme chez l'*A. officinalis*, de deux assises autour de chaque faisceau. L'écorce est constituée par du parenchyme rond ordinaire, dont l'assise la plus externe est légèrement collenchymateuse. L'épiderme se compose de cellules à peine plus longues que larges, épaissies sur toutes les faces. La cuticule, assez épaisse, est à peine ondulée.

Les stomates sont peu nombreux et diffèrent de ceux d'*Asparagus* par leur forme.

Pédoncule des fleurs ♀. — La structure des pédoncules des fleurs femelles ne diffère des pédoncules des fleurs mâles que par la moindre lignification des fibres.

Fleur ♂. — Sous la fleur, chaque faisceau du pédoncule se divise en deux, comme chez les *Urginea*, *Muscari* et autres Liliacées ne renfermant que trois faisceaux. Ensuite, la distribution des faisceaux dans les deux périanthes se produit comme chez les Asparagoïdées déjà décrites. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul faisceau. Les faisceaux staminaux se forment au nombre de six dans le tube staminal.* C'est au moment de la formation des anthères que trois d'entre elles avortent par l'énorme développement des trois autres. L'épiderme interne et externe du tube staminal est fortement papilleux.

Quant au système fasciculaire du pistil, il s'arrête très tôt dans son développement, ainsi que le pistil lui-même qui est réduit à un simple rudiment.

Fleur ♀. — La distribution des faisceaux dans les deux verticilles du périanthe s'effectue comme dans les fleurs ♂. Comme dans ces fleurs, les 6 faisceaux staminaux se différencient normalement, mais bientôt les étamines avortent. Par contre, le système fasciculaire du pistil est bien différencié. L'ovaire est ici *uniloculaire*, caractère que je n'ai pas observé chez l'*Asparagus*. Les ovules sont au nombre de deux, anatropes, plus ou moins horizontaux.

Par l'ovaire uniloculaire et son système fasciculaire, ce genre est très différent d'*Asparagus*. Le système fasciculaire du pistil est très simple et comprend quelques rameaux fasciculaires pour la région dorsale et deux branches placentaires.

Le tissu conducteur est peu caractérisé et se présente sous la forme de papilles légèrement allongées.

Les cristaux d'oxalate de calcium n'existent pas ici.

L'épiderme de l'ovaire est lisse.

***Ruscus Hypoglossum* L.**

Pédoncule. — Par la structure du pédoncule, cette espèce est très voisine de la précédente. Le système fasciculaire se compose également de 3 faisceaux, de forme très voisine et disposés également en triangle.

Elle en diffère par l'absence de fibres ligneuses superposées au liber et par la gaine de petites cellules plus nette. L'écorce, s'étendant sur 3-4 assises de cellules, présente les mêmes caractères. L'épiderme, construit sur le même type, ne diffère que par sa cuticule lisse. Les stomates, peu nombreux, présentent des caractères analogues.

Fleur. — La distribution des faisceaux s'effectue comme chez l'espèce précédente. Les faisceaux staminaux sont au nombre de 6, comme c'est le cas dans le pédoncule de *R. aculeatus*. Le système fasciculaire du pistil est construit comme dans l'espèce précitée. La fleur peut être soit hermaphrodite, soit unisexuée. Dans les fleurs ♂, l'ovaire est réduit à un simple mamelon.

⁂

Le genre *Ruscus* est classé par les auteurs anciens et modernes, soit dans la tribu des Asparagées au voisinage du genre *Asparagus*, soit dans celle des Convallariées. Kunth seul sépare ce genre en le plaçant dans la tribu des Ruscées. Bien que très voisin du genre *Asparagus* par la structure du pédoncule, le genre *Ruscus* s'en éloigne par le caractère des faisceaux staminaux réunis en un tube par le parenchyme et par le système fasciculaire de l'ovaire *uniloculaire*. Il semble que ces caractères sont suffisants pour classer les *Ruscus* dans une tribu distincte, celle des Ruscées.

On pourrait donc caractériser le genre *Ruscus* de la manière suivante :

1. Pédoncule à symétrie bilatérale renfermant 3 faisceaux disposés en un triangle. Présence ou absence de fibres à l'extérieur du liber.

2. Fleur. Faisceaux staminaux réunis par le parenchyme en un tube à épiderme externe et interne fortement papilleux. Ovaire uniloculaire. Système fasciculaire = nombreuses et fines ramifications dans les parois du carpelle + 2 branches placentaires. Faisceaux staminaux réunis par le parenchyme des filets qui forme un tube, dont l'épiderme interne et externe se prolongent en très fines et longues papilles. Pas de glandes septales. Pas de cellules oxalifères.

1. Pédoncule à 3 faisceaux à 5-7 vaisseaux. Pas de cellules lignifiées à l'extérieur du liber. Ecorce à 2-3 assises . . . . *R. aculeatus* L.

2. Pédoncule à 3 faisceaux à 13-15 vaisseaux. Quelques cellules lignifiées à l'extérieur du liber. Ecorce à 4-5 assises . . . . *R. Hypoglossum* L.

III. — TRIBU DES POLYGONATÉES

1. — Genre *MAIANTHEMUM* Wigg.

Maianthemum bifolium DC.

Le système fasciculaire à la base du pédoncule se compose de 3 faisceaux disposés en triangle, comme chez le *Ruscus*; ce n'est que vers le sommet du pédoncule qu'on observe l'avortement d'un faisceau, de sorte qu'au niveau *caractéristique*, le système fasciculaire ne renferme plus que 2 faisceaux opposés (fig. 49).

La gaine de petites cellules, réduite à deux assises, est fortement lignifiée ainsi que la moelle. L'écorce se compose de deux à trois assises de parenchyme normal cellulosique, assez méatifère. L'épiderme est constitué par des cellules assez étroites, épaissies sur leurs faces internes et externes. La cuticule est finement ondulée. Les stomates, nombreux, sont extrêmement petits par rapport aux cellules annexes.

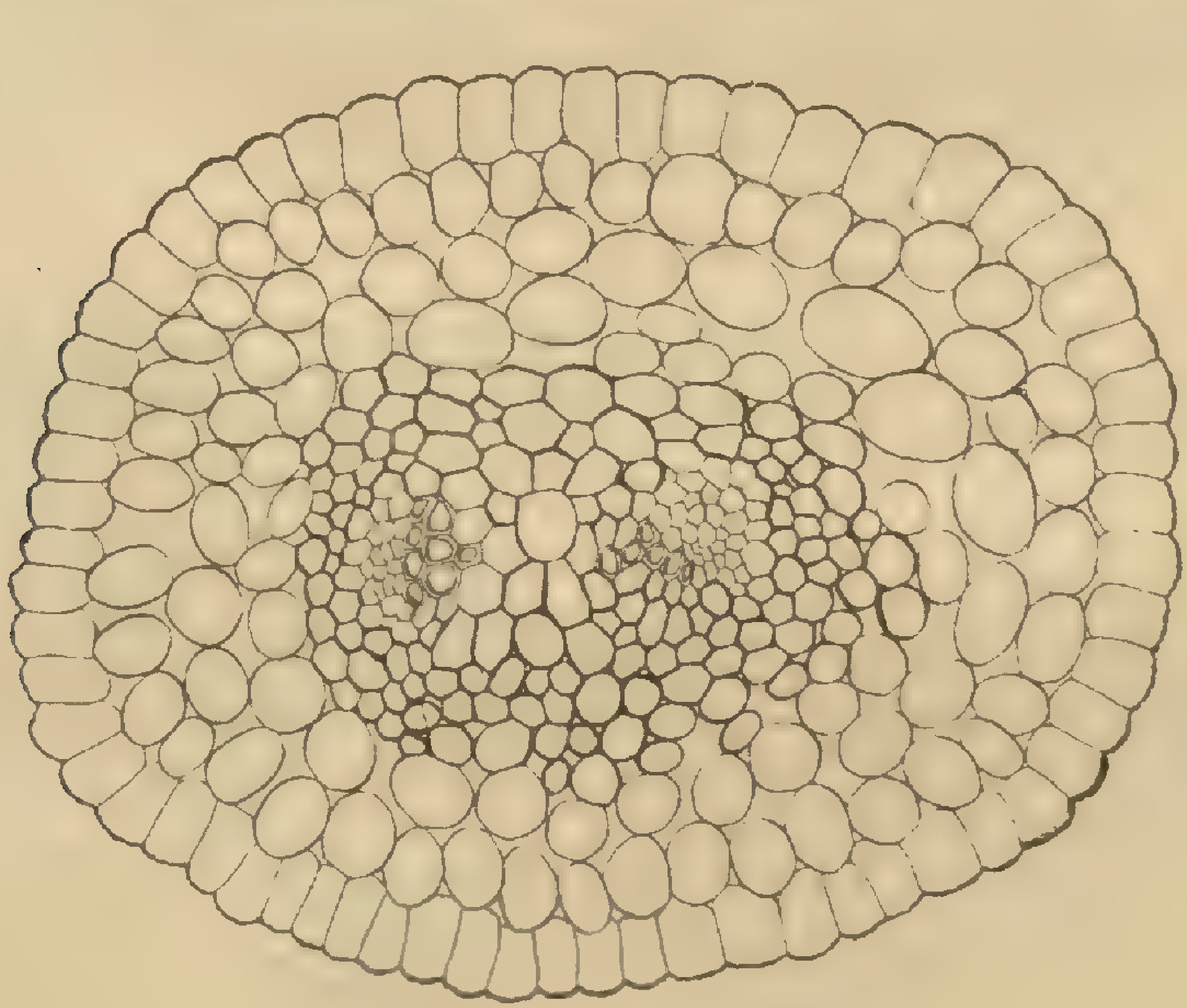


Fig. 49. — Coupe transversale du pédoncule du *Maianthemum bifolium*.

Fleur. — Sous la fleur, la lignification du parenchyme entourant les faisceaux disparaît et les faisceaux du pédoncule se distribuent comme chez les *Asparagus* à fleurs hermaphrodites. La trace des sépales et des pétales est constituée par *un seul* faisceau. Le système fasciculaire du pistil est aussi simple et se compose d'un faisceau dorsal par carpelle et de deux branches placentaires. Chaque loge de l'ovaire renferme deux séries de deux ovules horizontaux, anatropes, à funicule court.

Le tissu conducteur est à peine papilleux. Les glandes septales n'existent pas, à l'inverse de ce que j'ai observé chez les *Asparagus*. On observe, par contre, quelques raphides d'oxalate de calcium dans le mésophylle des carpelles. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

On voit donc que, d'une part, ce genre diffère des deux genres précédents par le nombre de faisceaux, très caractéristique, et par l'absence des glandes septales, mais qu'il s'en rapproche par les caractères de la gaine de petites cellules et les caractères du système fasciculaire du pistil.

2. — Genre *POLYGONATUM* Adans.

Polygonatum multiflorum All.

Pédoncule. — La section est arrondie, de 560 μ de diamètre environ.

Par le nombre et la disposition des faisceaux, ce genre est bien distinct des genres *Asparagus*, *Ruscus* et *Maianthemum*. Le système fasciculaire est plus compliqué et se compose de deux zones de faisceaux : la zone interne renferme 3 grands faisceaux A, disposés en triangle et présentant la forme d'une coupe très évasée (fig. 50).

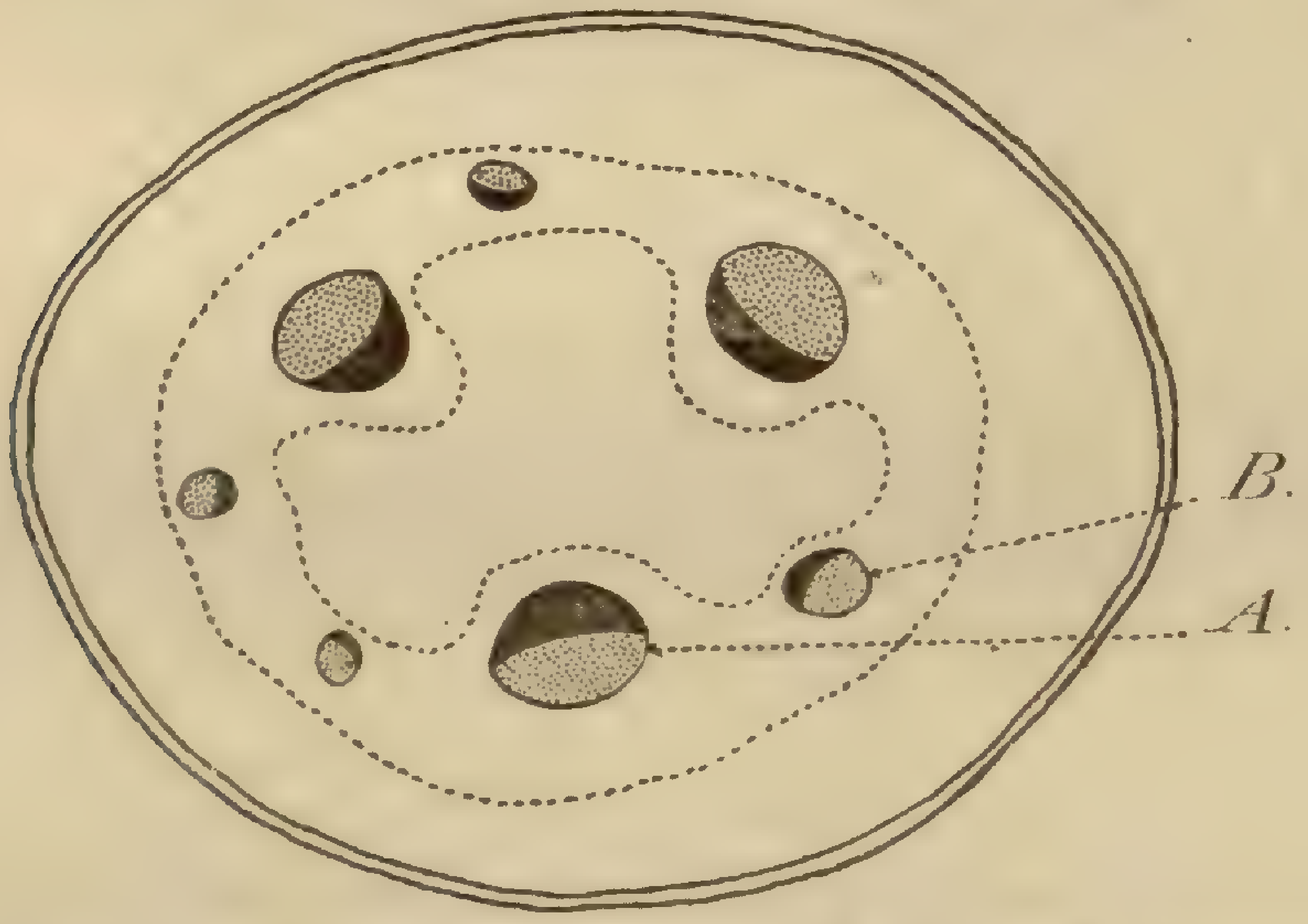


Fig. 50. — Coupe transversale du pédoncule de *Polygonatum multiflorum*.

En dehors et en alternance avec ces faisceaux, il en existe 3 autres *B* de dimensions plus faibles. Enfin, encore plus extérieurement, on observe 2-3 fascicules, disposés tous d'un seul côté, le côté opposé n'en possédant pas. La gaine de petites cellules, plus nette que chez les *Asparagus*, est fortement lignifiée. Le parenchyme entourant chaque faisceau présente également une lignification des parois cellulaires, mais cependant moins prononcée. L'écorce, constituée par trois à quatre assises, ne présente rien de particulier. L'assise épidermique se compose de cellules de même diamètre à parois internes légèrement épaissies ; par contre, les parois externes le sont très fortement. La cuticule est lisse. Les stomates, peu nombreux, sont situés assez profondément : les cellules stomatiques sont ovales, beaucoup plus petites que les cellules annexes, fortement cutinisées, se prolongeant à l'intérieur et surtout à l'extérieur en petits becs très aigus.

FLEUR. — Comme chez le *Maianthemum*, la lignification des tissus disparaît sous la fleur. Le système fasciculaire de la fleur est construit, comme chez les *Asparagus*, à fleurs hermaphrodites. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un* seul faisceau. Le système fasciculaire du pistil diffère, cependant, des genres précédents, par le fait qu'il renferme des branches fasciculaires dans la partie interne des cloisons de l'ovaire.

Les loges de l'ovaire ont une section triangulaire et renferment chacune une série d'ovules subcampylotropes. Le tissu conducteur est bien différencié en papilles capitées recouvrant les placentas. Ceux-ci font saillie autour des funicules, de sorte que l'ovule touche par le micropyle le tissu conducteur. Les glandes septales s'étendent sur les 3/4 de la longueur totale des cloisons ; elles sont nettement différenciées et caractérisées par leurs cellules épidermiques, étirées tangentiellement. On observe quelques cellules oxalifères dans le mésophylle des carpelles. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Polygonatum officinale All.

PÉDONCULE. — La section est en forme d'écusson (fig. 51), de 1600 μ environ de diamètre.

Par le nombre des faisceaux et par leur disposition, cette espèce est bien distincte de l'espèce précédente. En effet, le système fasciculaire se compose de 9 gros faisceaux, disposés en ellipse. De plus, on observe quelques rameaux fasciculaires de faibles dimensions situés plus ou moins en alternance avec les gros.

Comme dans le *P. multiflorum*, quatre à cinq assises de parenchyme fortement sclérifié entourent extérieurement les faisceaux. La moelle, plus lacuneuse, est également plus ou moins lignifiée autour des faisceaux.

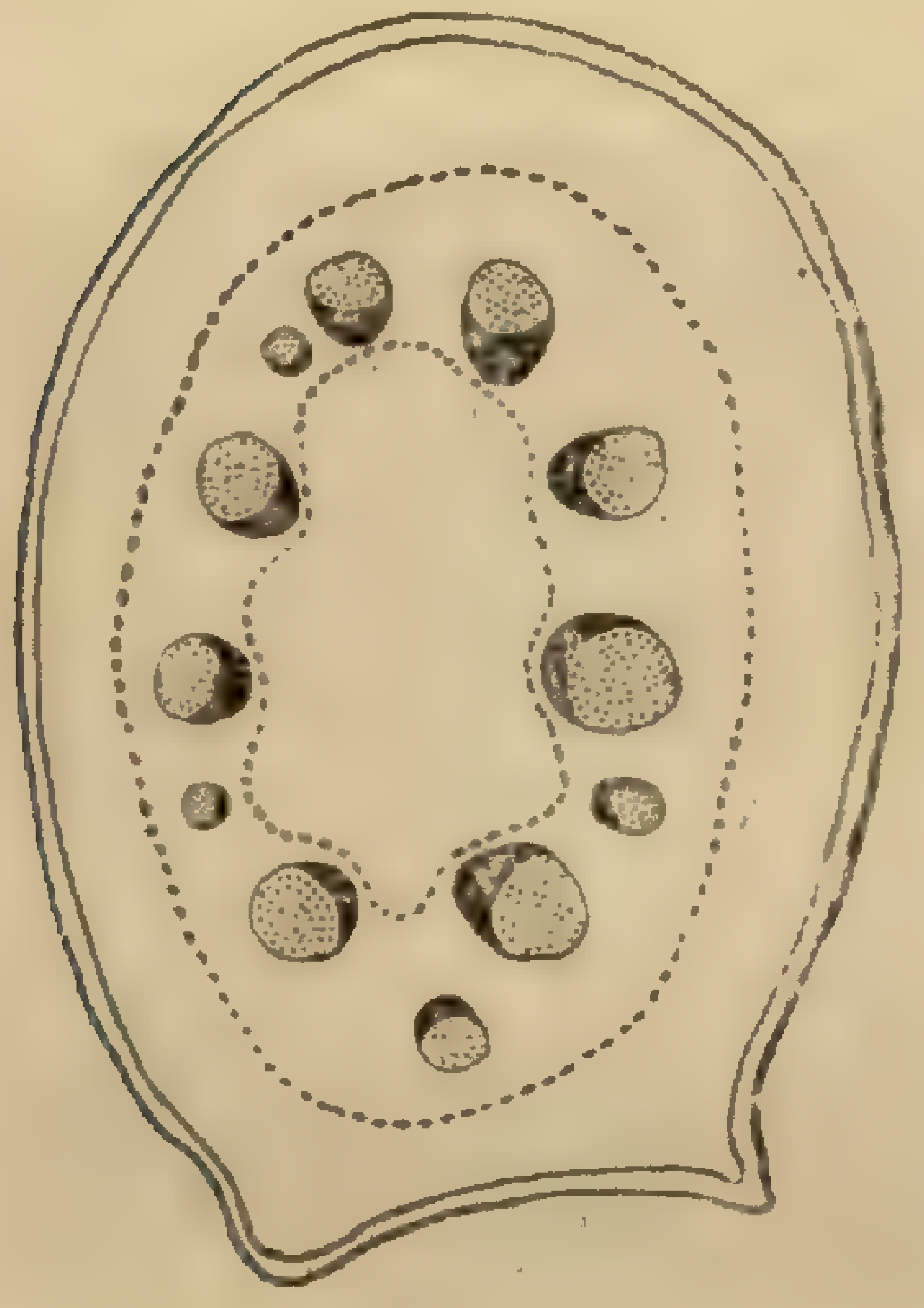


Fig. 51. — Coupe transversale du pédoncule de *Polygonatum officinale*.

L'écorce, inégalement développée, s'étend sur trois à cinq assises en dehors de la gaine lignifiée. L'épiderme présente des caractères analogues à ceux que nous avons signalés pour le *P. multiflorum*.

Les stomates, en petit nombre, sont un peu enfoncés. Les cellules stomatiques, très peu épaissies, portent des becs cutinisés aigus, légèrement dressés.

Fleur. — Comme dans beaucoup de Liliacées étudiées, la lignification des tissus disparait sous la fleur. La distribution des faisceaux dans la fleur se fait comme chez le *P. multiflorum*. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul* faisceau.

Le système fasciculaire du gynécée diffère en ce que chaque loge renferme, en plus de 2 faisceaux placentaires, un seul faisceau pour la région interne des cloisons.

Les ovules anatropes s'insèrent par séries de deux dans chaque loge.

Le tissu conducteur présente la même disposition en collerette.

Les glandes septales, également très nettes, bien différenciées, apparaissent dans le pistil plus haut que chez le *P. multiflorum*.

En un mot, ces deux espèces, tout en se ressemblant par quelques caractères qui permettent de les réunir dans le même genre, par d'autres caractères s'éloignent l'une de l'autre, ce qui facilite leur distinction.

Polygonatum verticillatum All.

Pédoncule. — La section est légèrement elliptique, de 800 μ environ de diamètre.

Cette espèce se distingue facilement des espèces précédentes en ce que le système fasciculaire ne renferme que 3 faisceaux, disposés en triangle. De plus, la gaine de petites cellules, composée de deux à trois assises, n'est pas lignifiée, mais à peine collenchymateuse.

La moelle et l'écorce présentent les mêmes caractères que dans les autres espèces. Les cellules épidermiques ont leurs parois internes et externes bien moins épaissies. Les stomates, également peu nombreux, sont un peu enfoncés et ressemblent par leur structure à ceux des autres espèces.

Fleur. — Sous la fleur, les faisceaux s'anastomosent en anneau libéro-ligneux et se distribuent ensuite entre les pièces florales, comme chez les autres espèces. Le système fasciculaire du gynécée est constitué comme dans le *P. officinale*.

Chaque loge de l'ovaire renferme deux ovules campylotropes.

Les glandes septales existent également, mais moins bien caractérisées que dans les autres espèces, quoique les espaces septaux soient plus larges. Le tissu conducteur présente les mêmes caractères.

Comme dans les autres espèces, les carpelles se séparent par leurs bords internes.

Ainsi, par la structure du pédoncule, cette espèce s'éloigne un peu des deux espèces précédentes, mais d'autre part, elle présente des caractères communs. On pourrait donc diviser le genre *Polygonatum* en deux sections : la première renfermerait le *P. multiflorum* et *P. officinale*, et la seconde, le *P. verticillatum*. Cette dernière espèce se rapprocherait, par la structure du pédoncule, du genre *Ruscus*.

3. — Genre *CONVALLARIA* L.

Convallaria maialis L.

Pédoncule. — La section est arrondie, de 800 μ de diamètre environ.

Le système fasciculaire se compose de 6 faisceaux, sensiblement de la même taille, disposés en deux triangles alternes (fig. 52).

La région centrale du pédoncule est moins lignifiée que dans les pédoncules de *P. multiflorum* et *P. officinale*. Par contre, la gaine de petites cellules est lignifiée comme dans ces deux espèces.

Le parenchyme cortical, s'étendant sur quatre à cinq assises, ne présente rien de particulier.

L'assise épidermique est différente de celle des *Polygonatum*. Elle est constituée par des cellules assez étroites en coupe transversale et très bombées extérieurement. Les parois internes présentent un faible épaississement ; les parois externes sont, au contraire, fortement épaissies. La cuticule est lisse. Les stomates se présentent en plus petit nombre que dans le genre précédent.

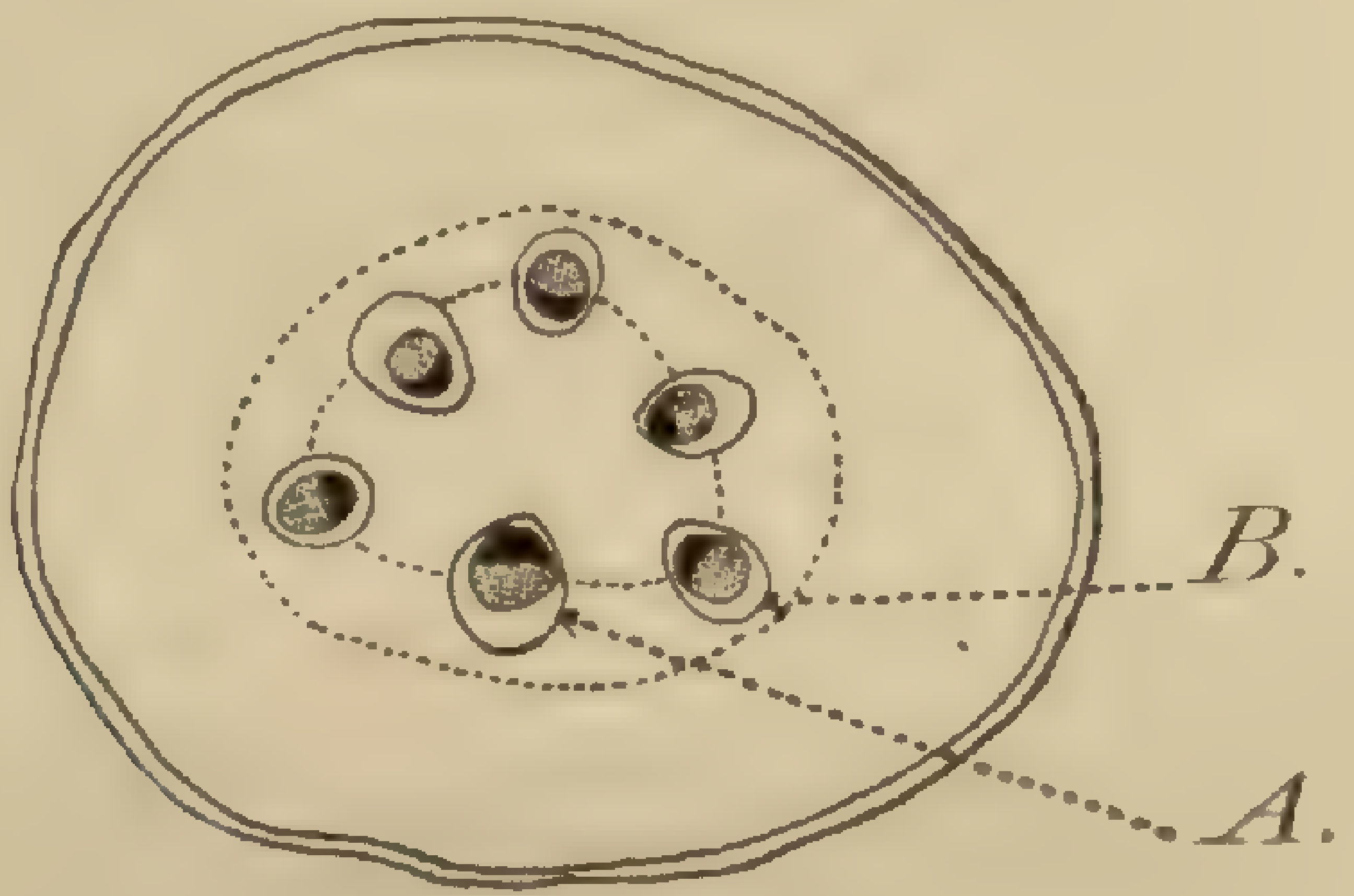


Fig. 52. — Coupe transversale du pédoncule de *Convallaria maialis*.

Les cellules annexes sont énormes par rapport aux autres cellules épidermiques et surtout par rapport aux stomates. Les cellules stomatiques, très superficielles, à l'inverse de celles des *Polygonatum*, laissent au-dessous d'elles un véritable canal sous-stomatique.

On voit ainsi que, par la disposition des faisceaux et par les caractères de l'épiderme, ce genre est différent du genre *Polygonatum*, mais par d'autres caractères, tels que la lignification de la gaine des petites cellules et la forme des faisceaux, le genre *Convallaria* est voisin du genre *Polygonatum*, notamment du *P. multiflorum*.

Fleur. — Par le système fasciculaire de la fleur, il se rapproche des *Polygonatum*. La trace des sépales et des pétales se compose également d'un seul faisceau. Chaque loge de l'ovaire renferme 2-3 séries de deux ovules subcampylotropes. Les placentas proéminent fortement autour des funicules. Le tissu conducteur est bien différencié en papilles digitiformes.

Il n'existe pas de glandes septales. Comme dans le genre *Polygonatum,* les carpelles se disjoignent dans la partie supérieure de l'ovaire. Les parois carpellaires renferment quelques cellules oxalifères. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse. On voit que par la structure de la fleur, ce genre est aussi très voisin du genre *Polygonatum ; il s'en distingue cependant par l'absence des glandes septales.*

Les caractères anatomiques du pédoncule, réunis à ceux de la fleur, permettent de ne pas confondre le genre *Convallaria* avec le genre *Polygonatum*, comme l'ont fait quelques auteurs.

Les anciens systématiciens classent les deux genres dans la même tribu. Par contre, les botanistes modernes séparent ces deux genres en les mettant dans deux tribus voisines. Bien que très distincts, ils sont cependant très voisins par la structure du pédoncule et de la fleur. Il semble, par conséquent, qu'il est possible de les maintenir dans la même tribu des Convallariées ou Polygonatées qui, par le *Polygonatum verticillatum* se relierait aux Ruscées et par le genre *Convallaria* à l'*Asparagus acutifolius* de la tribu des Asparagées.

4. — Genre STREPTOPUS Michaux.

Streptopus amplexifolius L.

Pédoncule. — La section du pédoncule est elliptique, à contour régulier ; son plus grand diamètre est de 800 μ environ.

Le système fasciculaire se compose de 9 à 12 faisceaux de dimensions inégales et disposés suivant une ellipse. Trois de ces faisceaux sont légèrement plus internes. Ils ont la forme d'une large coupe en section transversale et rappellent les faisceaux des pédoncules de *Convallaria*, d'une part et de *Polygonatum multiflorum*, d'autre part. Ils s'en distinguent cependant très facilement, d'abord par leur taille plus grande, par le nombre plus élevé de vaisseaux qui entourent presque complètement le liber, et par leur calibre plus grand.

La gaine de petites cellules existe ici très nette, mais large seulement de une à deux assises, fortement lignifiées, comme chez *Convallaria, Polygonatum multiflorum* et *officinale, Maianthemum* et *Asparagus acutifolius*. La région centrale se compose de parenchyme à parois minces qui n'a rien de particulier ; par contre, le tissu qui se trouve entre les faisceaux est lignifié comme la gaine de petites cellules, mais cette lignification est moins prononcée que chez les *Polygonatum*. L'écorce se compose de quatre à cinq assises d'un parenchyme lacuneux formé de cellules rondes ; les assises les plus externes sont à parois un peu épaissies. L'épiderme est constitué par des cellules légèrement étirées dans le sens radial en coupe transversale, à parois internes et externes très épaisses. La cuticule est fortement dentée. Les stomates sont peu nombreux, comme chez le *Polygonatum* et le *Convallaria*. Les cellules stomatiques, également de petites dimensions par rapport aux cellules annexes, présentent les parois internes et externes un peu épaissies et portent des petits becs cutinisés. Elles se distinguent de celles de *Polygonatum* et de *Convallaria* par leurs dimensions plus grandes et par leur forme.

Fleur. — Sous la fleur, comme chez les autres Asparagoïdées, la lignification des tissus disparait. Puis les faisceaux du pédoncule se confondent en un large anneau libéro-ligneux, d'où partent tous les faisceaux floraux. La trace des sépales et des pétales se compose de *trois faisceaux*, ce qui distingue ce genre des genres *Polygonatum*, *Convallaria*, etc. Le système fasciculaire du pistil se distingue de celui des genres précités par la plus grande richesse en vaisseaux et par le fait qu'il existe des branches fasciculaires dans la région moyenne des cloisons. On a vu qu'elles sont situées chez les autres genres beaucoup plus près de l'axe du pistil. Les glandes septales, si nettes dans le pistil du *Polygonatum*, n'existent pas dans celui du *Streptopus*. C'est encore un caractère différentiel entre ces deux genres ; par contre, ce même caractère rapproche le genre *Streptopus* du genre *Convallaria*. Les ovules s'insèrent sur les placentas par série de deux dans chaque loge. Ils sont horizontaux, anatropes ou subanatropes, à raphés opposés.

Par les caractères du tissu conducteur, en forme de papilles globuleuses, bien différenciées, le *Streptopus* est très voisin des genres *Convallaria* et *Polygonatum*. Les carpelles se disjoignent également par leurs bords internes dans la partie supérieure du pistil, comme dans ces deux genres. Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme de nombreuses cellules à raphides d'oxalate de calcium, localisées dans la deuxième ou troisième assise sous-épidermique. L'épiderme externe de l'ovaire est lisse.

Les genres *Convallaria*, *Polygonatum* et *Streptopus* se tiennent étroitement liés par l'ensemble des caractères histologiques du pédoncule et de la fleur. Il semble préférable de les classer tous les trois dans la même tribu, celle des Polygonatées Benth. Kunth les réunit dans la tribu des Convallariées. Endlicher ainsi que Baillon les rangent dans cette tribu ; le premier auteur y ajoute les genres *Ruscus* et *Smilax* et le dernier, le genre *Paris*. Bentham et Hooker, Engler et Rouy mettent, par contre, le genre *Convallaria* dans une tribu distincte ; Bentham et Rouy qui se rangent au même avis, groupent ces trois genres dans la tribu des Polygonatées et Engler dans son groupe Asparagoïdées-Polygonatées.

5. — Genre *SMILACINA* Desf.

Smilacina stellata Desf.

Pédoncule. — La section est polygonale, de 840 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire se compose de deux zones de faisceaux ; la zone interne renferme 6 grands faisceaux A disposés en cercle ou en ellipse (fig. 53).

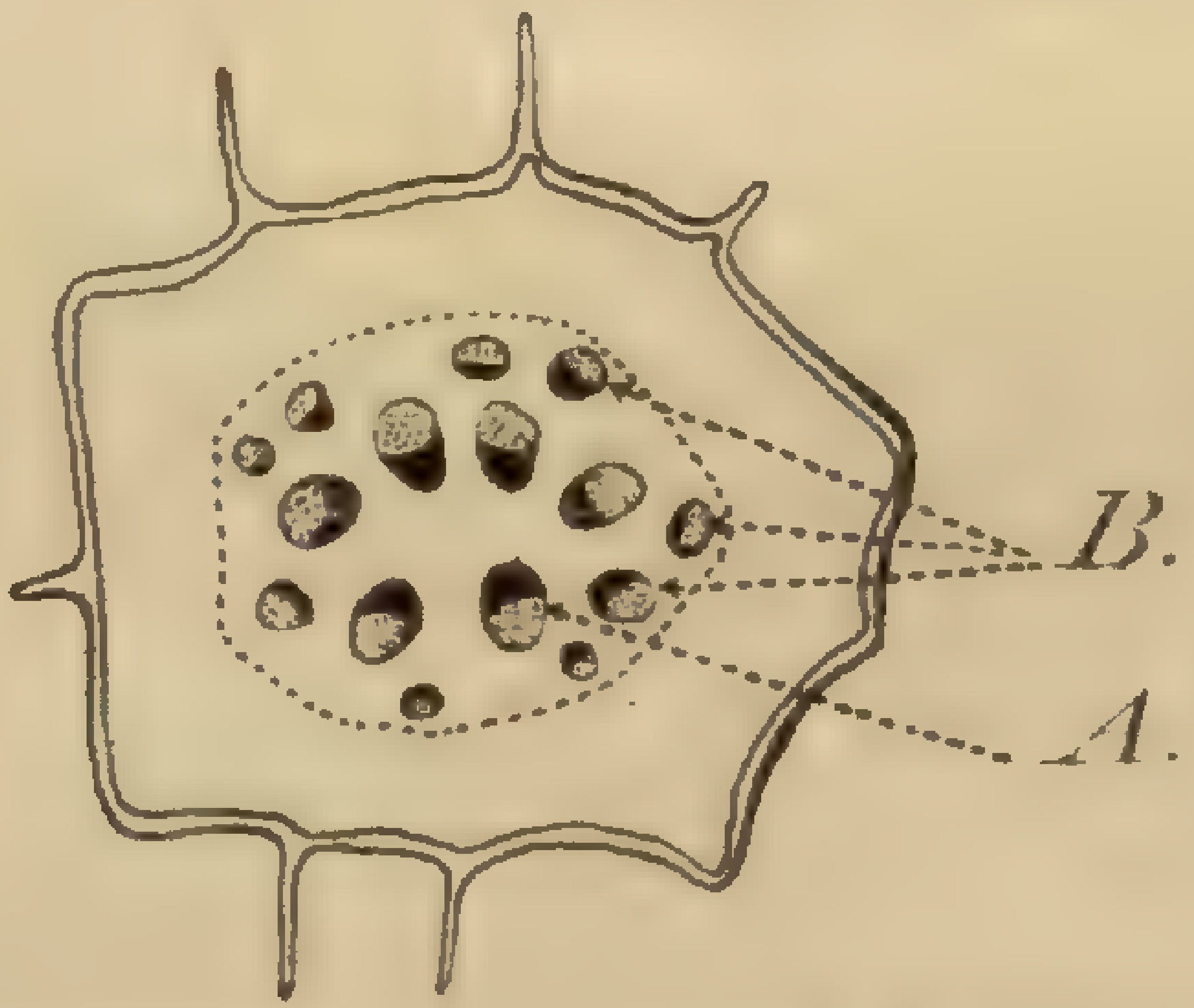


Fig. 53. — Coupe transversale du pédoncule de *Smilacina stellata*.

En dehors de la zone interne, on trouve 8 à 9 faisceaux plus petits.

La gaine de petites cellules se compose de une à deux assises, mais à l'inverse des genres *Convallaria* et *Polygonatum*, cette gaine n'est pas lignifiée.

L'écorce, constituée par quatre à six assises de parenchyme rond, ne présente rien de particulier.

L'épiderme se compose de cellules arrondies en coupe transversale, à faces internes peu épaissies, à faces externes plus épaisses. La cuticule est fine et ondulée. De nombreuses cellules épidermiques se prolongent en poils unicellulaires, coniques, en section transversale.

Les stomates sont assez nombreux ; les cellules stomatiques isodiamétriques présentent des parois minces. Les parois interne et externe portent des petits becs très aigus, dirigés horizontalement.

Par la disposition des faisceaux, ce genre se rapproche du genre *Polygonatum*, notamment de *P. vulgare*, mais s'en distingue par leur nombre plus élevé et par la gaine de petites cellules non lignifiées. Il diffère également par son épiderme.

FLEUR. — Sous la fleur, les faisceaux du pédoncule s'anastomosent en anneau comme chez les Asparagées et les genres précédents.

Cependant, ce genre, quoique voisin des *Convallaria* et *Polygonatum* par la structure du pédoncule, en diffère par la trace des sépales et des pétales qui se compose ici de *trois faisceaux*. Ce caractère rapproche le genre *Smilacina* du genre *Streptopus*.

Le système fasciculaire du pistil est très simple ; chaque carpelle possède un faisceau dorsal et deux branches placentaires.

Les ovules, s'insérant par séries de deux dans chaque loge, sont plus ou moins horizontaux, anatropes. Les glandes septales sont situées dans la région supérieure de l'ovaire comme dans les *Polygonatum*. Le tissu conducteur se présente en papilles courtes, arrondies.

Le genre *Smilacina*, très voisin des genres *Polygonatum* et *Streptopus*, est classé par Endlicher à côté du *Polygonatum vulgare* Desf. dans la tribu des Convallariées. Kunth le range dans la tribu des Convallariées à côté du genre *Maianthemum*. Bentham et Hooker le classent dans la tribu des Polygonatées au voisinage du même genre. Engler le rapproche du genre *Polygonatum*.

Il semble que, d'après les caractères histologiques du pédoncule et de la fleur, on pourrait rapprocher ce genre du genre *Polygonatum* d'une part et du genre *Streptopus* d'autre part, et le classer dans la tribu des Polygonatées Benth.

En résumé, la tribu des Polygonatées, bien homogène au point de vue de la structure florale intime, peut être caractérisée ainsi :

1. PÉDONCULE à 2-3-6-9-15 faisceaux en une ou deux zones. Gaine de petites cellules entourant tout le système conducteur, collenchymateuse ou fortement lignifiée ainsi qu'une partie de la région centrale. Ecorce à parois minces. Cuticule lisse ou ondulée. Stomates peu nombreux.

2. Fleur. Trace de chaque pièce florale = 1-3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal pour chaque carpelle + 2 branches placentaires, avec ou sans faisceaux internes des cloisons du pistil. Ovules par 2 ou nombreux dans chaque loge, anatropes ou subcampylotropes, horizontaux. Glandes septales présentes ou non. Tissu conducteur ± bien différencié. Cellules oxalifères dans les parois des carpelles. Epiderme de l'ovaire lisse ou papilleux.

I. Genre *MAIANTHEMUM* Wigg.

1. Pédoncule à 2 faisceaux, parenchyme qui les entoure fortement lignifié. Cuticule finement ondulée.

2. Fleur. Trace de chaque pièce florale = 1 faisceau. Pas de faisceaux dans la région interne des cloisons du pistil. Ovules par 2 dans chaque loge. Pas de glandes septales. Epiderme externe de l'ovaire lisse. . . . . *M. bifolium* D. C.

II. Genre *POLYGONATUM* Adans.

1. Pédoncule à 3-9-12 faisceaux en 1-2 zones, bois presque périphérique. Gaine générale et parenchyme entourant les faisceaux collenchymateux ou fortement lignifiés. Cuticule lisse.

2. Fleur. Trace de chaque pièce florale = 1 faisceau. Présence de faisceaux dans la région interne des cloisons du pistil. Ovules nombreux par séries de un dans chaque loge. Epiderme externe de l'ovaire lisse.

1. Pédoncule à 6 faisceaux de dimensions inégales disposés en une zone. Souvent 1-2 fascicules d'un côté du pédoncule. Gaine de petites cellules fortement lignifiée. Ecorce à 2-3 assises. Loges de l'ovaire triangulaires, ovules par séries de 1 dans chaque loge. . . . . *P. multiflorum* All.

2. Pédoncule à 12 faisceaux de dimensions inégales disposés en ellipse. Ovules par séries de deux dans chaque loge . . . . *P. officinale* All.

3. Pédoncule à 3 faisceaux ± trifurqués, disposés en triangle. Gaine de petites cellules non lignifiées. Ovules par séries de 2 dans chaque loge, presque campylotropes. . . . . *P. verticillatum* All.

III. Genre *CONVALLARIA* L.

1. Pédoncule à 6 faisceaux sensiblement de la même taille. Gaine de petites cellules fortement lignifiée. Cuticule lisse. Stomates peu nombreux, plus petits que les cellules annexes, celles-ci beaucoup plus grandes que les autres cellules épidermiques.

2. Fleur. Pas de glandes septales. Tissu conducteur bien différencié en papilles digitiformes. Ovules nombreux, subcampylotropes, globuleux, par séries de 2 dans chaque loge. Cellules oxalifères dans les parois carpellaires. Epiderme externe de l'ovaire lisse. . . . . *C. maialis* L.

IV. Genre *STREPTOPUS* Michaux.

1. Pédoncule à 9-12 faisceaux disposés en ellipse; 3 d'entre eux sont plus internes. Cuticule fortement plissée.

2. Fleur. Trace de chaque pièce florale = 3 faisceaux. Présence de faisceaux dans la partie moyenne des cloisons du pistil. Pas de glandes septales. Ovules nombreux, anatropes, par séries de 2 dans chaque loge, très allongés. Tissu conducteur très bien différencié. Epiderme externe de l'ovaire lisse. .*S. amplexifolius* L.

V. Genre *SMILACINA* Desf.

1. Pédoncule à 15 faisceaux, en 2 zones. Gaine de petites cellules non lignifiée. Epiderme à cuticule ondulée, pourvu de nombreux poils unicellulaires. Stomates nombreux.

2. Fleur. Trace de chaque pièce florale = 3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal par carpelle + 2 branches placentaires. Pas de faisceaux dans la région interne des cloisons du pistil. Présence de glandes septales au sommet de l'ovaire. Ovules anatropes par séries de 2 dans chaque loge. *S. stellata* Desf.

IV. — TRIBU DES PARIDÉES

Genre *PARIS* L.

Paris quadrifolia L.

Pédoncule. — Je n'étudierai ici que les fleurs tétramères, les autres types floraux ayant fait l'objet d'un travail antérieur (1).

La section du pédoncule d'une telle fleur se présente sous la forme d'une étoile à huit branches.

Par la disposition du système fasciculaire, ce genre se distingue facilement des genres précédents. Celui-ci présente une organisation supérieure et une spécialisation de certains faisceaux du pédoncule pour les verticilles floraux externes et pour les étamines et les carpelles. Il se compose, en effet, de trois zones de faisceaux (fig. 54) ; la plus interne renferme 4 grands faisceaux A, disposés en croix ; ils présentent une forme ovale et ont le bois presque périphérique. Ce caractère rapproche le genre *Paris* des *Polygonatum* et du genre *Streptopus*. A l'extérieur et en alternance avec ces faisceaux de la

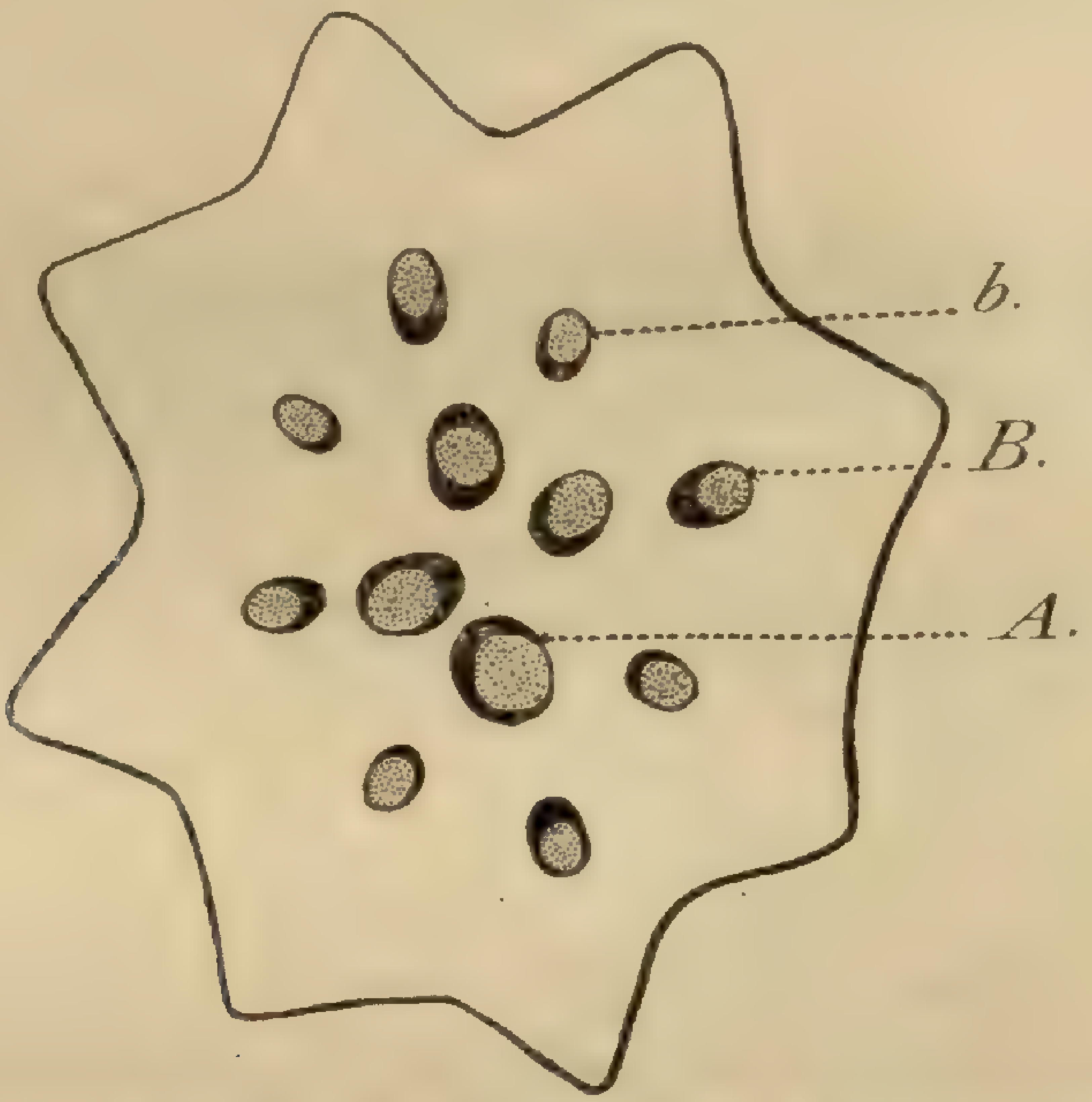


Fig. 54. — Coupe transversale du pédoncule de *Paris quadrifolia*.

---

(1) Mme V. C. Gatin. Recherches anatomiques sur les variations du *Paris quadrifolia* L. (*Rev. gen. de Bot.* Paris, 1919, **XXXI**, n° 368, p. 329-349 et n° 369, p. 353-371).

zone interne, il existe 4 faisceaux *B* plus petits en forme d'un *V*. Enfin, la zone la plus externe est formée de 4 autres faisceaux légèrement plus petits.

Chaque faisceau est entouré par une gaine de cellules plus petites que celles du tissu conjonctif ; ce dernier ne présente rien de particulier ; il n'existe pas ici, comme chez les Polygonatées, de gaine de petites cellules, entourant tout le système fasciculaire. L'écorce s'étend sur neuf à dix assises en face les côtes et sur six à sept assises dans leur intervalle.

L'assise épidermique est constituée par des cellules de même dimension transversale que celles de l'écorce ; leurs faces externes et internes sont légèrement épaissies. La cuticule est très finement ondulée. Les stomates ne sont pas nombreux. Les cellules stomatiques portent des épaississements sur leurs faces internes et externes et des petits becs cutinisés très fins.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez les Tulipées, tribu la plus élevée en organisation parmi les Lilioïdées, et comme chez les Hémérocallidées, les plus élevées parmi les Asphodéloïdées.

La trace des sépales et des pétales est de *cinq* faisceaux pour les sépales et *trois* faisceaux pour les pétales. Les faisceaux staminaux proviennent des faisceaux qui constituent la zone interne du pédoncule.

Le système fasciculaire du pistil est très simple, chaque carpelle ne renfermant qu'un seul faisceau dorsal, deux branches placentaires et un faible rameau fasciculaire longeant les glandes septales.

Chaque loge de l'ovaire renferme quatre à cinq séries de deux ovules horizontaux, anatropes, à funicule court. Le tissu conducteur est en papilles allongées, recouvrant les placentas.

Les glandes septales sont très peu caractérisées. Les carpelles se disjoignent par leurs bords internes dans la partie supérieure de la fleur. Le mésophylle des carpelles renferme des cellules à raphides d'oxalate de calcium.

Le *Paris quadrifolia* est classé par de Jussieu parmi les Convallariées. Kunth, Endlicher, Bentham et Hooker, Engler et Rouy le rangent dans une tribu distincte, celle des Paridées, ce qui est entièrement justifié par les caractères histologiques du pédoncule et de la fleur.

En résumé, le genre *Paris* est caractérisé ainsi :

1. **Pédoncule** à 12 (15-18) faisceaux groupés en 3 zones. Faisceaux de la zone interne à bois périphérique. Pas de gaine générale du système fasciculaire. Ecorce 6-9 assises. Cuticule ondulée. Stomates peu nombreux.

2. **Fleur.** Trace de chaque sépale = 5 faisceaux, trace de chaque pétale = 3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal par carpelle, 2 branches placentaires et 2 faisceaux internes des cloisons. Ovules nombreux par séries de 2 dans chaque loge, horizontaux, anatropes. Glandes septales peu caractérisées. Tissu conducteur en papilles allongées. Raphides d'oxalate dans les parois des carpelles. Epiderme de l'ovaire lisse.

V. — TRIBU DES SMILACÉES

Genre *SMILAX* Tourn.

Smilax aspera L.

Pédoncule. — La section est circulaire, de 640 μ environ de diamètre.

Par la structure du pédoncule, cette plante se rapproche beaucoup d'*Asparagus officinalis*. Comme dans cette espèce, le système fasciculaire se compose de 6 faisceaux, dont 3 sont un peu plus grands que les 3 autres, mais ici ces faisceaux sont nettement

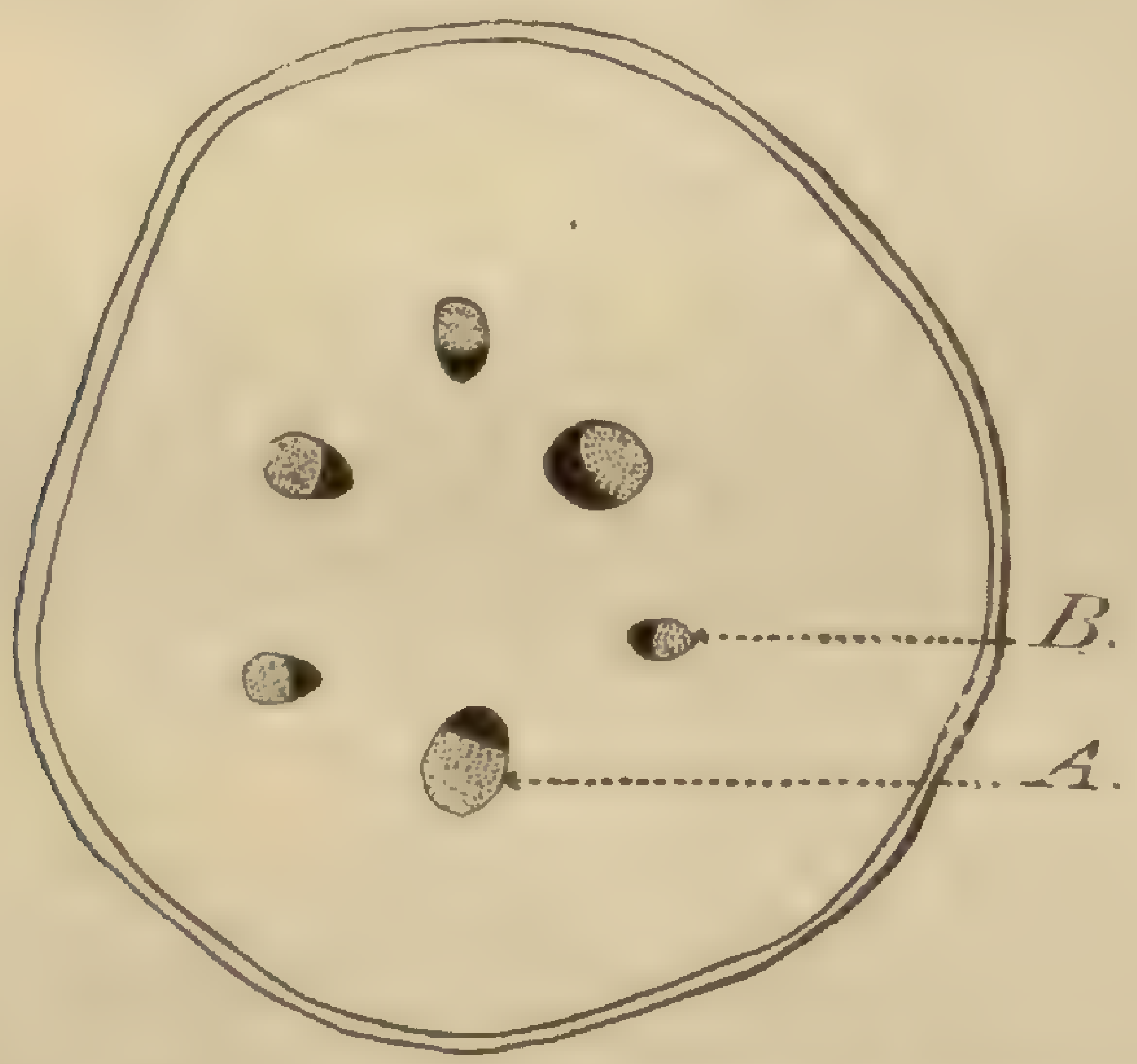


Fig. 55. — Coupe transversale du pédoncule de *Smilax aspera*.

groupés en deux triangles et diffèrent de plus par leurs dimensions plus faibles et par leur forme (fig. 55).

La gaine de petites cellules, à peine distincte et déjà réduite à une ou deux assises chez l'*Asparagus officinalis*, n'existe pas ici. L'écorce se compose de parenchyme à parois minces qui ne présente rien de particulier. Les cellules épidermiques, aussi larges que longues, ont leurs faces externes légèrement bombées, un peu épaissies et recouvertes d'une cuticule lisse.

Les stomates, peu nombreux, diffèrent de ceux d'*Asparagus officinalis* par leurs dimensions et leur forme.

Fleur. — Les fleurs sont unisexuées par avortement, soit des étamines, soit du pistil. Cependant, le système fasciculaire se forme comme si les fleurs étaient hermaphrodites, et ce n'est qu'au cours du développement que l'un ou l'autre verticille avorte. La trace des sépales et des pétales se compose d'*un seul faisceau*.

Comme chez le *Ruscus*, l'ovaire est uniloculaire ; l'unique ovule est plus ou moins dressé, plus ou moins anatrope. Le système fasciculaire de l'ovaire est également très simple et renferme un seul faisceau dorsal et une branche placentaire. Les parois du pistil renferment une grande quantité de raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Le genre *Smilax* a été classé par de Jussieu à côté du genre *Ruscus* dans l'ordre des Asparagées, par Kunth dans la tribu des Smilacées à côté des Ruscées. Endlicher le range, ainsi que le genre *Ruscus*, dans la tribu des Convallariées, tandis que Baillon, Bentham et Hooker le classent dans la tribu des Smilacées.

Engler fait une sous-famille des Smilacoïdées dans laquelle il groupe les genres *Smilax*, *Rhipogonum* et *Heterosmilax*, et Rouy, à l'exemple de Bentham et Hooker, place ce genre dans la tribu des Smilacées.

Par les caractères histologiques du pédoncule, le genre *Smilax* est très voisin d'*Asparagus officinalis*, tandis que par la structure interne de la fleur, il se rapproche du genre *Ruscus*. On pourrait, par conséquent, le classer, d'accord avec Kunth, dans un groupe auquel on laisserait la valeur d'une simple tribu, celle des Smilacées, que l'on mettrait au voisinage des tribus des Asparagées et des Ruscées.

⁂

En résumé, si on récapitule les caractères histologiques des divers genres appartenant à la sous-famille des Asparagoïdées on pourrait la caractériser ainsi :

1. Pédoncule à 2-3-6 ou plus grand nombre de faisceaux disposés suivant un seul triangle en un seul cercle, ou en trois zones de faisceaux. Lorsqu'il y a trois zones, la zone interne renferme 4-6 faisceaux. Faisceaux à bois enveloppant. Gaine de petites cellules presque toujours lignifiée.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 1-3 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal, accompagné de nombreux fascicules + 2 branches placentaires, lorsque l'ovaire est uniloculaire ; 1 faisceau dorsal + 2 branches placentaires, parfois des fascicules dans la partie interne des cloisons lorsque l'ovaire est triloculaire. Ovules ou 2 par loge ou ovules nombreux, plus ou moins horizontaux ou dressés, anatropes ou subcampylotropes. Glandes septales, ou assez bien différenciées ou absentes. Tissu conducteur en papilles globuleuses. Raphides d'oxalate dans les parois des carpelles.

Ainsi que les Lilioïdées et les Asphodéloïdées, les Asparagoïdées peuvent être groupées en tribus : Asparagées, Ruscées, Convallariées, Paridées et Smilacées. Cette division en tribus, basée uniquement sur les caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur, concordent, somme toute, avec la classification actuelle basée uniquement sur les caractères morphologiques.

Si on place la tribu des Asparagées au centre, on constate que d'une part, elle se rattache par l'*Asparagus acutifolius* à la tribu des Convallariées ; d'autre part, comme je l'ai signalé en étudiant le genre *Aphyllanthes*, elle présente quelques affinités avec ce dernier genre. Les Convallariées se rapprochent par le genre *Streptopus* et *Smilacina*, où il existe deux zones de faisceaux, du genre *Paris* qui relie la tribu des Paridées a celle des Convallariées.

On sait qu'un certain nombre d'auteurs considèrent la sous-famille des Asparagoïdées comme une famille distincte des Liliacées, bien que très voisine. Il semble, cependant, que, d'après les caractères histologiques du pédoncule et de la fleur, il n'y a pas lieu d'en faire une famille à part.

(A suivre.)

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

SUR LA BIOLOGIE DU *GOODYERA REPENS*

par MM. Julien **COSTANTIN** et Léon **DUFOUR**

L'existence, près de la tour Dénecourt dans la forêt de Fontainebleau, d'une station extrêmement riche en *Goodyera repens*, petite Orchidée autrefois très rare (1), nous a suggéré l'idée d'aborder sur cette espèce le problème délicat de l'extraction du Champignon qui vit en symbiose dans les cellules des racines. L'abondance de cette espèce dans cette localité nous a paru favorable à l'examen de cette question : nous avons d'ailleurs bénéficié de la proximité du laboratoire de Biologie végétale, nous permettant d'éviter les transports nuisibles, en chemin de fer, de plantes très sensibles à toutes les actions extérieures. Ce travail est une première contribution à l'étude de la flore mycologique souterraine de la forêt, sujet touchant à tant de points qui intéressent la Biologie générale.

Plusieurs observateurs ou expérimentateurs habiles ont abordé ce genre de recherches : Reissek (en 1846), Schacht, M. Wahrlich (en 1886), MM. Chodat et Lendner (en 1898), Noël Bernard (en 1902) (2) ont été les premiers initiateurs : le Champignon dont ils avaient cru pouvoir signaler la présence était un *Fusisporium* ou un

---

(1) C'est en 1854 que Chatin signalait pour la première fois l'apparition du *Goodyera repens* au Mail Henri IV. Il semble que son introduction soit liée à celle du Pin de Riga, qui remonte à la fin du XVIIIe siècle, car ces Conifères ont été plantées par Duhamel du Monceau (De SCHŒNEFELD. *Bull. Soc. Bot. de France*, II, 1855, p. 594) sur les indications de Lemonnier, médecin de Marie-Antoinette et professeur-démonstrateur au Jardin du roi (Jardin des plantes).

(2) REISSEK, Endophytender Pflanzenzelle Wien 1846 (*Fusisporium endorhizum* chez le *Platanthera bifolia*); SCHACHT, Grundzüge der Bot. 3e edit. (*Eurotium*, chez le *Limodorum*); WAHRLICH, *Bot. Zeit.* XLIV (*Nectria Goroschankiana* chez le *Vanda tricolor*; *Nectria Vandae* chez le *Vanda suavis*); LENDNER (*Rev. myc.* XX, I) et CHODAT et LENDNER (*Rev. myc.* XX, 10) (ont confirmé les résultats de Wahrlich); Noël BERNARD (*Rev. gén. de Bot.* XIV, p. 5; *Comptes-rendus Acad. sc.*, t. 135, p. 706) (*Fusarium*).

Nectria, un *Eurotium*, un *Fusarium* (Champignons voisins, sauf le troisième). Grâce à une très bonne technique, les recherches de M. Gallaud ont établi qu'il fallait enlever au *Fusarium* le rôle qu'on lui attribuait et désormais cette détermination a été abandonnée (1). C'est en 1903 que Noël Bernard (2) a isolé pour la première fois l'endophyte des Orchidées parvenant à éliminer un certain nombre d'impuretés banales et de saprophytes. Ses cultures, issues de semis par la méthode (3) de l'isolement des pelotons que forment les filaments mycéliens dans les cellules de l'hôte, ne lui donnèrent pas des résultats assez démonstratifs pour accorder la préférence à un Champignon plutôt qu'à un autre. Il tourna la difficulté d'une manière aussi ingénieuse que remarquable, à l'aide de germinations aseptiques ensemencées avec les différents Champignons extraits des racines. M. Burgeff (en 1909) (4) a contrôlé, avec un très grand succès, tous les beaux résultats de Noël Bernard et cultivé les endophytes de nombreuses espèces d'Orchidées. Le problème de l'extraction de ces Champignons pouvait donc paraître assez facile. Il ne semble pas qu'il en soit ainsi. M. Burgeff dit, en effet, que la culture de ces espèces est souvent capricieuse. Il signale même qu'il a toujours échoué dans ses tentatives d'isolement des endophytes du *Neottia Nidus-avis* (5) et du *Corallorhiza innata*, malgré des efforts longtemps poursuivis.

Ces données méritaient d'être rappelées avant de mettre en lumière les faits que l'étude du *Goodyera repens* a pu nous révéler.

---

(1) Gallaud. (*Comptes-rendus Acad. sc.*, t, 138, p. 513; *Comptes-rendus de la Soc. Biol.* 1904, t. 61, p. 307 ; *Rev. gén. de Bot.* t. 17). Fait assez curieux, les Cepen- tentatives d'extraction n'ont donné à M. Gallaud que des résultats négatifs dant la valeur de son procédé s'est révélée plus tard par les recherches de M. Burgeff (1909). Ce dernier a employé ses pipettes stérilisées à pointe de verre effilé, qui sont fermées en haut par un tampon de coton, l'extrémité en aiguille étant enfoncée et cassée dans le tissu vivant de manière à en isoler un fragment.

(2) Noël Bernard (*Comptes-rendus Acad. sc.*, t. 137, p. 1.483; t. 138, p. 828 ; t. 140, p. 1.227 ; t. 142, p. 52 ; *Rev. gén. de Bot.* 1904).

(3) Noël Bernard (*Ann. sc. nat.* 9e sér. *Bot.*, t. 9. p. 183 à 186).

(4) Burgeff. Die Wurzelpilze der Orchideen, ihre Kultur und ihre Leben in der Pflanze. Iéna 1909. — Die Anzucht tropischer Orchideen aus Samen. Iéna, 1911. Récemment M. Beau (*Comptes-rendus de l'Acad. sc.*, 1913, t. 157, p. 512; 1920, t. 171, p. 675) a cultivé les Champigoons du *Spiranthes* et d'Orchidées indigènes.

(5) Peklo. (*Flora*, t.96, p. 260) affirme avoir extrait le Champignon du *Neottia*, mais il s'agit d'espèces variées (*Verticillium*, *Fusarium*, etc.) qui n'ont rien à voir avec le véritable endophyte. C'est l'opinion très nette de M. Burgeff.

Cette Orchidée a un mode de végétation assez spécial (1) ; elle croît dans la Mousse et les aiguilles de Pins mélangées à une quantité restreinte de terre. Au milieu de ce substratum apparaissent des rosettes de feuilles souvent stériles, parfois fertiles et terminant des stolons allongés qui cheminent dans la Mousse au voisinage de la surface. A la base des rosettes vigoureuses, nous avons vu apparaître, en septembre, de jeunes racines qui naissent sur le rhizome ; ces racines sont alors dépourvues de Champignons (2). Mais nous avons constaté qu'elles ne tardent pas à être envahies, quand elles ont 2 mm. de long et leur croissance se produit alors avec rapidité. L'invasion de l'endophyte, qui existe donc abondamment dans le sol, a lieu par les poils radicaux qui sont nombreux et c'est surtout, ou exclusivement, du côté de la face inférieure que la pénétration s'opère, de sorte que les pelotons forment un arc cortical inférieur dont les bords tendent à se rapprocher l'un de l'autre vers le côté supérieur. Les dimensions des pelotons sont en rapport avec le sens de la pénétration : ils sont beaucoup plus gros et plus nombreux sur la face inférieure.

Pour extraire les Champignons, nous avons suivi, à peu près, la technique de Noël Bernard, qui consiste à semer les pelotons. Nous avons abrégé l'opération, en la simplifiant et en rendant les chances de contamination moins nombreuses, grâce à une rapidité plus grande.

Nous avons utilisé comme milieux de culture surtout la carotte, la gélose à 2 °/o additionnée à une décoction soit du sol qui entoure les rosettes du *Goodyera*, soit de ces rosettes elles-mêmes, de feuilles et de rhizomes de *Goodyera*, puis les milieux gélosés de M. Burgeff avec amidon (3).

Les résultats auxquels nous sommes parvenus, après des essais répétés et nombreux, nous paraissent intéressants, à cause de la grande proportion des ensemencements purs et parce que le Champignon qui se développe est régulièrement le même et est toujours un *Rhizoctonia* (au sens très précis que Noël Bernard donne à ce mot) (1).

---

(1) Mac Dougal. Symbiotic Saprophytism (*Ann. of. Bot.* XIII, p. 1, 1899) ; Symbiosis and Saprophytism (*Contrib. of the New-York Bot. Garden*, 1899, n° 1).

(2) Mac Dougal et Frank (*Lehrbuch der Botanik*. I., 1892) ont vu des pelotons dans la tige ; nous avons pu en rencontrer, mais l'invasion des racines est plus intense.

(3) Le salep, milieu préféré de Noël Bernard, est introuvable à l'heure actuelle sur la place de Paris ; à notre grand regret, nous avons dû y renoncer.

L'apparition d'un tel type fongique si spécial, dans des essais répétés chaque semaine depuis le mois de septembre, nous permet de conclure que nous avons bien isolé le Champignon qui vit à l'état de peloton mycélien en symbiose avec le *Goodyera repens*.

Ce résultat est une confirmation intéressante de la découverte de Noël Bernard.

Le Champignon blanc ainsi obtenu n'a pas été cultivé par Noël Bernard, puisque ce savant n'a jamais examiné le *Goodyera*; M. Burgeff le mentionne, mais ne le définit pas. Notre espèce fongique a toutes les particularités du groupe caractérisé par Noël Bernard sous le nom de *Rhizoctonia*, dénomination changée par M. Burgeff en celle d'*Orcheomyces*. Jusqu'ici on ignore exactement à quel groupe il faut rattacher ces Champignons si importants au point de vue biologique. Certains auteurs ont entrevu des affinités avec les Basidiomycètes inférieurs (*Hypochnus*) (2), mais ce résultat est loin d'être solidement établi. M. Kusano (en 1911) (3), au Japon, a montré qu'il existe un lien entre l'*Armillaria mellea* et un *Gastrodia*, mais l'histoire de cette Orchidée est si singulière qu'on peut envisager que c'est un type aberrant.

Le *Rhizoctonia* du *Goodyera* est surtout caractérisé par des sclérotes blancs de 1 à 2 mm., prenant en vieillissant une teinte légèrement crème jaunâtre. Si on adopte la nomenclature de M. Burgeff, il faudrait l'appeler *Orcheomyces repentis*, mais le nom de genre de Bernard nous paraît devoir être conservé, au moins provisoirement. Le nom de *Rhizoctonia repentis* ne peut convenir, parce qu'il peut être confondu avec celui de l'espèce étudiée surtout par Noël Bernard (*Rhizoctonia repens*); nous désignerons aussi notre Champignon sous le nom de *Rhizoctonia Goodyeræ repentis*.

---

(1) Voici, par exemple, un type de ces essais : 15 tubes ensemencés parmi lesquels 10 contiennent uniquement le *Rhizoctonia*, 3 sont impurs (*Penicillium*) mais le *Rhizoctonia* s'y reconnaît nettement, 2 restent stériles.

(2) Rolf et aussi Güssow rattachent le *Rhizoctonia violacea* aux *Hypochnus*. L'*Hypochnus Solani* Prillieux et Delacroix a été identifié au *Corticium vagum* Berk et C. sous le nom de var. *Solani* Burt. Güssow, Beitrag zur Kenntniss der Kartoffelrindes. *Corticium vagum* var, *Solani* Burt. (*Zeitschrift f. Pflanzenkranwheit*. XVI, 1906, p. 135).

(3) Kusano. *Gastrodia* and *Armillaria mellea* (*Journ. of. Agricult*. Tokio, IV, n° 1, 1911).

Diagnose. Champignon blanc, formé de filaments longs de 2 μ,8 à 4 μ,5 d'épaisseur rampant sur les substratum, s'élevant au bord du verre dans les tubes de gélose ; forme *Oospora* à articles ne se séparant pas, ovalaires mesurant 18-23μ × 7-11μ ; sclerotes blancs de 600μ à 1980μ se développant surtout sur les cultures de carotte, contre la paroi du verre, prenant en vieillissant une très légère teinte crème jaunâtre très pâle.

Comment les Pins de Riga ont-ils contribué, par leur introduction, à propager le *Goodyera* ? De Schœnefeld, en 1855, imaginait que les graines de l'Orchidée avaient dû être apportées sur les cônes de Pins ; nous savons, à l'heure actuelle, que cette explication ne suffit plus, puisqu'il faut expliquer la présence du *Rhizoctonia*. L'apparition du *Goodyera*, d'après ce que dit de Schœnefeld, paraît avoir été brusque, car malgré les investigations très attentives des botanistes qui exploraient la forêt de Fontainebleau, la plante était ignorée avant 1854 : c'est à cette époque que Chatin la découvrit au Mail Henri IV. Depuis elle s'est beaucoup propagée dans la forêt. Le mode d'extension des plantes symbiotiques reste encore mystérieux puisqu'il faut admettre la rencontre accidentelle de deux êtres dissemblables qui ont pu venir de deux points différents de l'horizon (1).

En résumé :

1° Nous sommes arrivés, par notre méthode d'extraction des Champignons symbiotiques, à obtenir une très grande proportion de *Rhizoctonia* et cela dans des essais multipliés.

La preuve est ainsi fournie que c'est l'endophyte du *Goodyera repens* ; nous confirmons ainsi les résultats de Noël Bernard, et, de plus, notre méthode donne un outil de travail qui pourra être appliqué à d'autres questions.

2° Nous avons précisé les caractères du *Rhizoctonia Goodyeræ-repentis* qui nous paraît une espèce distincte, laquelle avait été entrevue par M. Burgeff, mais non définie par lui.

---

(1) Le même point d'interrogation s'est posé quand on a découvert une première Légumineuse et aussi une première Orchidée à l'île Krakatau (archipel de la Sonde) qui avait été entièrement détruite par une explosion volcanique, en 1883. Elle fut visitée depuis cette époque, à plusieurs reprises, par des botanistes : par Treub, en 1886, qui vit surtout la grande extension des Fougères [Treub. Notice sur une nouvelle Flore de Krakatau (*Ann. Jard. bot. Buitenzorg* VII, 1888, p. 213)], par Treub et Penzig en 1897, qui observèrent 4 Orchidées [Penzig. Die Fortschrifte der Flora des Krakatau (*Ann. Jard. bot. Buitenzorg* 2ᵉ, VII, 1902, p. 92)], par Ernst, en 1906, qui signala des Légumineuses, le *Bacterium radicicola* et d'autres *Bacillus* [Ernst. Die neue Flora der Vulkan Inseln Krakatan. Zurick, 1907].

LE DÉVELOPPEMENT

DU

DOTHIDELLA ULMI (Duv.) WINTER

par M. Charles **KILLIAN**

Dans la plupart des Ascomycètes les stromes conidifères et ascifères ont un aspect bien différent. Grâce au dimorphisme de ces organes, les anciens auteurs en ont ignoré les relations et les ont attribués, le plus souvent, à des espèces différentes. On a créé ainsi un nombre énorme de prétendues espèces dont la nomenclature encombre la Mycologie systématique. Cette erreur ne fut reconnue qu'après de nombreuses recherches expérimentales, parmi lesquelles il convient de citer celles de Klebahn (1918) (1). Cette transformation de la question est donc toute récente, on le voit.

PREMIÈRE PARTIE

Description.

Le *Dothidella Ulmi* constitue un matériel très favorable pour démontrer le dimorphisme des organes reproducteurs. Ce Champignon vit en parasite sur les feuilles de l'Orme. Nous l'avons récolté aux environs de Saverne (Bas-Rhin); il y est fréquent à certains endroits et atteint surtout les Ormes buissonnants, dans les haies, par exemple.

Les premiers symptômes de cette maladie apparaissent vers la fin de l'été seulement, au mois d'août. On observe d'abord de petites taches jaunâtres, transparentes, à la face supérieure des feuilles adultes. Ces taches s'étendent peu à peu. Vers la fin du mois, de petits points gris se montrent au centre de la tache. Peu distincts d'abord, ces points se manifestent de plus en plus par leur couleur noire (fig. 1 *a*, planches 16 et 17); puis ils s'agrandissent, envahissant la tache jaune; complètement couverte par la plage noire, la tache jaune finit par disparaître. La maladie, insignifiante dans sa première phase, prend maintenant un aspect caractéristique. Elle s'aggrave à mesure que les taches noires s'étendent (fig. 1 *b*). Finalement celles-ci couvrent irrégulièrement toute la face supérieure de la feuille. Leur nombre est très variable; dans la mesure où il s'accroît, leurs dimensions diminuent; cela résulte sûrement de ce que l'aliment dont ils disposent diminue, plus elles sont nombreuses. Les taches sont particulièrement grandes sur les rejets des racines; elles y peuvent atteindre 5 mm.; leur surface est alors rugueuse (fig. 1 *c*). Elles continuent à s'accroître pendant l'automne, même après la chute de la feuille. Leur développement n'est arrêté que par le froid de l'hiver, pour reprendre au printemps. Cela prouve que le champignon peut se nourrir des matières décomposées de la feuille; parasite au début, il devient saprophyte. Ces taches atteignent leur maturité au printemps, au moment où s'épanouissent les jeunes pousses de l'Orme. Dans leur intérieur se sont formées des ascospores; celles-ci, libérées par les pluies printanières, infectent à nouveau les jeunes feuilles.

---

(1) Klebahn. Haupt u. Nebenfruchtformen der *Ascomyceten* (1 Teil Eigene Untersuchungen. Berlin. Gebr. Bornträger, 1918).

Tels sont les caractères essentiels de la maladie des feuilles d'Orme, causée par le *Dothidella Ulmi*.

On connaît d'autres maladies de feuilles, présentant les mêmes symptômes. En voici quelques exemples :

1° Le *Cryptomyces Pteridis*, infectant au premier printemps les jeunes frondes de *Pteridium aquilinum* ; il forme d'abord des taches jaunes à la face inférieure de la feuille ; ces taches se couvrent peu à peu de petits points noirâtres qui s'agrandissent, pour couvrir finalement toute la face inférieure du limbe.

2° Le *Rhytisma acerinum*, vivant en parasite sur les feuilles de plusieurs espèces d'Érable. A la face supérieure des feuilles apparaissent de petites taches jaunâtres, pareilles à celles du *Dothidella* ;

elles sont envahies de même par des plages noires, à partir du centre de la tache.

Ces analogies sont frappantes. Mais il y a des différences sur lesquelles il faut insister. Chez le *Cryptomyces*, les premiers symptômes de la maladie sont visibles dès le mois de mai, c'est-à-dire peu de jours après l'infection printanière. Sur les Érables, les petites taches n'apparaissent qu'en juin, tandis que les feuilles d'Orme semblent rester indemnes jusqu'au mois d'août. — Comment expliquer ces différences ?

Pour y parvenir, il faut examiner au microscope les feuilles infectées, mais à des époques comparables.

Pour l'étude détaillée, nous avons fixé des échantillons dans le liquide de Juel ; puis nous les avons montés dans la paraffine et fait des coupes en série. Ces coupes ont été traitées ensuite par l'hématoxyline de Heidenhain, colorant en bleu les noyaux et par l'éosine, colorant le protoplasme.

Si l'on examine ainsi les taches jaunes dès leur première apparition, celles du *Cryptomyces* en mai, celles du *Rhytisma* en juin et celles du *Dothidella* en août, on observe entre elles une différence importante. Chez les deux premiers, on rencontre régulièrement des stromes conidiens ; ils semblent manquer chez le *Dothidella ;* nous ne l'avons trouvé qu'après de longues recherches. Cette phase conidienne est représentée dans notre figure 2.

A la face supérieure de la feuille, *au-dessus* de l'épiderme, le champignon a développé un strome conidifère, formé de cellules plectenchymateuses, incolores là où elles touchent l'épiderme, pourvues de membranes brunes très épaisses sur tout son pourtour. Disposées dans l'ensemble, de façon irrégulière, les cellules plectenchymateuses s'allongent en palissades à la périphérie du strome ; les conidies en forme de massue se détachent de ces cellules en palissades.

Ces conidies ont des parois minces, et renferment un protoplasme épais et un gros noyau. Tout le strome conidifère est formé par une croûte brune de structure irrégulière qui se rompt facilement (fig. 2), et lui donne l'aspect étoilé qu'il présente à l'œil nu (1).

---

(1) Nos observations coïncident avec la description donnée pour le *Piggotia astroidea*, connu comme forme conidienne du *Dothidella Ulmi*.

Une question nous intéresse au premier chef : Quelles sont les relations entre ce strome conidifère et les tissus de la plante hospitalière ? La figure nous le montre nettement. A la base même du strome se forment des hyphes qui s'insinuent, çà et là, entre deux cellules épidermiques de la feuille ; puis elles gagnent les espaces intercellulaires du tissu palissadique. L'invasion par les hyphes, n'étant pas profonde, les cellules palissadiques en souffrent peu. Pourtant les grains de chlorophylle, privés de lumière, sont moins volumineux qu'à l'état sain ; mais ces changements sont trop faibles pour qu'on reconnaisse, à l'œil nu, une altération de la feuille. Voilà pourquoi la phase conidienne nous échappe pendant tout l'été.

L'action du parasite sur les tissus de l'hôte s'accuse davantage, lorsque les stromes conidifères ont cessé de fonctionner. Ces stromes se détachent irrégulièrement de l'épiderme et disparaissent, sans y laisser de trace ; les hyphes intercellulaires persistent seules. Elles pénètrent dès à présent plus profondément dans l'intérieur des tissus (fig. 3). Le Champignon s'est massé entre les cellules palissadiques et l'épiderme, en y formant un plectenchyme très épais ; celui-ci se divise en deux parties. A sa périphérie, il est formé de filaments irrégulièrement entrelacés ; vers l'intérieur, ces filaments se serrent, tout en augmentant leur diamètre. A mesure que s'effectue cet agrandissement, leur contenu s'appauvrit, et leurs membranes s'amincissent. Plus encore vers l'intérieur, dans les espaces intercellulaires, nous retrouvons ce plectenchyme formé de cellules isodiamétriques. Par son agrandissement il finit par dissocier complètement les cellules palissadiques de la feuille.

Celle-ci, par l'action du parasite, s'épaissit considérablement. L'hypertrophie reste localisée d'abord ; mais, lorsque le champignon a épuisé les ressources alimentaires toutes proches, il commence à s'étendre latéralement. Il envahit, autour de son foyer central, tous les espaces intercellulaires au-dessous de l'épiderme ; de là, il s'infiltre entre les cellules du tissu palissadique. Celles-ci, dissociées par le champignon, en souffrent visiblement. Les premiers symptômes se montrent à leur extrémité apicale dont le contenu se plasmolyse ; par contre, leurs bases restent intactes au début (fig. 4). A mesure que les filaments du Champignon pénètrent plus avant, les parties encore indemnes meurent également ; leur contenu se réduit à une masse informe au centre de la cellule. Le Champignon émet ensuite ses suçoirs dans l'intérieur de ces cellules épuisées. Cela semble se produire dans la cellule basale, à droite, représentée dans la figure 5. Mais il est difficile, dans ce cas, d'assurer qu'il s'agit d'un suçoir ou du protoplasme contracté, comme les parois des hyphes sont extrêmement minces.

De toute façon le Champignon s'ancre solidement dans les tissus de l'hôte. Cela fait, ses filaments s'entrelacent aussitôt en un plectenchyme irrégulier. L'évolution ultérieure de ce tissu présente un intérêt particulier. C'est là, en effet, que s'ébauchent les périthèces. Formé, au début, de filaments lâchement enchevêtrés, le plectenchyme se consolide de plus en plus. Ses cellules, de volume variable, sont pauvres en protoplasme et renferment un seul noyau. Peu à peu, leurs parois s'épaississent et prennent une couleur brune. Une première différenciation se produit alors dans ce plectenchyme. D'un côté les cellules moyennes s'agrandissent beaucoup, en même temps que leur contenu protoplasmique s'appauvrit. Les cellules périphériques, au contraire, se cloisonnent activement par de nombreuses parois tangentielles, en même temps que leur protoplasme se condense (voir fig. 6). Là, un changement considérable s'est produit, si nous comparons cette phase aux précédentes. L'accroissement ne se fait plus, en effet, sur toute la surface du plectenchyme ; de véritables centres d'accroissement s'ébauchent à présent. Leur activité se manifeste surtout au dessous des parois radiales de l'épiderme, aux lieux où il y a un minimum de résistance (fig. 6). Ces foyers générateurs s'accroissent rapidement.

Il se forme ainsi, par suite de nombreuses divisions tangentielles, des chaînes de cellules, associées en filaments parallèles. La figure 7 montre l'ébauche particulièrement régulière d'un de ces foyers. Au centre du plectenchyme sont les éléments les plus grands ; leur diamètre diminue, de proche en proche, vers la périphérie ; toute régularité a disparu dans les parties en contact avec l'épiderme. Mais ce n'est pas encore le dernier terme dans la centralisation d'un pareil foyer générateur.

Il suffit, pour s'en rendre compte, de comparer la figure 7 aux suivantes. Parmi les filaments de l'ébauche (fig. 8) le plus central a gagné en importance. C'est dans la *cellule apicale* de ce *filament central* que se localise finalement toute la production.

Elle se développe en véritable centre de symétrie pour toutes les parois formées dans les couches environnantes. Cette régularité se manifeste, en particulier, aux abords immédiats de la cellule centrale ; elle se perd vers la périphérie de l'ébauche : là les cellules comprimées par l'épiderme semblent dépourvues de toute activité. Malgré tout, il s'agit donc d'un tissu à accroissement régulier nettement distinct du plectenchyme irrégulier dont il est issu ; qu'il s'agisse là de l'activité d'une cellule apicale, dans le sens strict du mot ou non, cela nous semble de moindre importance.

D'ailleurs, la structure de l'ébauche n'est régulière que dans sa première jeunesse. La régularité peut être troublée, lorsque plusieurs ébauches s'entrepénètrent ; elle tend à disparaître avec l'âge.

On s'en rend compte par l'examen de la figure 9.

A première vue cette figure se distingue de la précédente par la disposition moins régulière de ses parois; en outre, elle montre, au centre, un groupe de trois cellules remarquables par leur taille et la densité du contenu protoplasmique. Ces trois cellules sont, suivant toute apparence, issues de la cellule « apicale », qui s'est divisée par deux parois obliques. La différence entre ces cellules et leurs voisines est trop évidente, leur position trop « centralisée », pour qu'en puisse nier leur caractère particulier.

On en voit tantôt trois, tantôt quatre, disposées d'ailleurs de manières diverses. Cette irrégularité apparente disparaît, si l'on compare un grand nombre de préparations. On voit alors les mêmes structures se répéter : de la combinaison de ces différents aspects il s'en suit que ces cellules sont disposées en tétraèdre.

L'évolution ultérieure de ces cellules, dont le caractère particulier saute aux yeux, est du plus grand intérêt. Le nombre de leurs noyaux s'élève à deux ou trois. Par ce fait elles ne peuvent plus, dès lors, être confondues avec leurs voisines. Deux de ces cellules s'agrandissent à présent plus que les autres ; ces dernières, comprimées par leurs voisines, sont désormais difficiles à reconnaître. D'ailleurs, elles se trouvent rarement toutes réunies dans une même coupe. Il se passe, au contraire, des choses très curieuses dans les deux grandes cellules centrales, comme le montre la figure 10.

Une fusion s'est faite entre elles. Situées l'une vis-à-vis de l'autre, dans le cas que nous figurons, elles se placent en diagonale plus souvent encore. Mais peu importe, toujours elles semblent prédestinées à cette fusion.

Quelle interprétation faut-il donner de ce phénomène ? Rappelons-nous que des fusions cellulaires sont fréquentes dans tous les tissus fongiques ; elles se produisent entre des cellules quelconques, aussi bien chez tous les Ascomycètes, que chez le *Dothidella* en particulier. Mais il n'y a pas lieu de confondre avec ces fusions d'ordre purement végétatif, les fusions entre les cellules *centrales* du cas présent. L'évolution même de ces cellules démontre leur caractère et leur fonction toute particulière. Il s'agit d'une cellule *mâle* et d'une cellule *femelle*.

Avant d'en établir des preuves concluantes, éliminons les questions secondaires.

Examinons d'abord quelle est l'évolution ultérieure du plectenchyme ; des changements très importants s'y sont produits. Ses cellules, beaucoup accrues, n'ont plus la disposition régulière d'autrefois, trois zones se sont différenciées nettement, au sein même de l'ébauche : 1° A la base de l'ébauche, *le tissu plectenchymateux*, caractérisé par ses parois épaisses et son maigre contenu protoplasmique; 2° Au centre, *un tissu d'accroissement*, abondamment cloisonné, et à parois minces ; 3° vers la périphérie, ce tissu s'épaissit successivement, protégeant ainsi les tissus du centre.

C'est au sein même de cette ébauche, que se poursuit l'évolution des cellules centrales qui nous intéresse principalement. Avant tout, il s'agit de savoir laquelle des deux cellules fusionnantes correspond à l'œuf, et laquelle à l'anthéridie ; c'est, à vrai dire, une décision très embarrassante, par suite du manque absolu de différenciation. Si, pourtant, elle est impossible dans le cas que nous venons de figurer, elle est plus aisée, dans un autre (fig. 11) : Un des noyaux de la cellule de droite immigre dans la cellule de gauche ; celle-ci, par conséquent, correspondrait à l'œuf, l'autre à l'anthéridie.

La figure 12, ensuite, nous démontre la prochaine phase : La transfusion de l'élément mâle dans l'œuf est accomplie. L'anthéridie, que nous identifions à gauche, s'est complètement vidée de son protoplasme, et a déversé tous ses noyaux dans l'œuf de droite. Là, leur nombre se trouve, par le fait, porté à cinq, deux noyaux mâles s'étant accouplés aux noyaux femelles. D'ailleurs ce nombre subit des variations.

Si chacun de ces témoignages paraît insuffisant, à lui seul, pour démontrer la nature sexuelle des cellules en question, nous en avons un autre, fournissant une solution certaine : l'évolution de l'œuf en fruit.

Les noyaux, rassemblés dans l'intérieur de l'œuf, ne restent pas inactifs ; ils se groupent par paires, et ensuite se dispersent sur toute la périphérie de l'œuf. Le protoplasma, ayant également quitté le centre de la cellule, se masse autour de ces noyaux. Puis, des membranes extrêmement minces entourent les parties ainsi délimitées. Celles-ci s'allongent et s'émancipent de plus en plus de la cellule-mère qui, épuisée et vidée, finit par disparaître. Tout son contenu se trouve réparti dans les petites excroissances dont nous venons d'étudier la genèse. Celles-ci ne sont autre chose que de vulgaires hyphes ascogènes.

Une vue de profil en fournit la preuve indiscutable : Tant que ces hyphes sont jeunes, les noyaux y sont groupés par paires ; c'est là un caractère propre aux hyphes ascogènes.

La figure 12, que nous venons de décrire, nous démontre comment se passent les choses. L'anthéridie, couverte par l'œuf, demeure invisible dans ce cas. Les noyaux de l'œuf se sont multipliés avant de quitter leur cellule-mère. Nous en voyons une partie, groupés par paires, sur tout le pourtour ; une autre partie a immigré dans une hyphe ascogène, qui s'est formée à droite. Cette hyphe s'est fortement allongée ; on la voit en train de se ramifier.

Cette évolution de l'œuf fécondé est donc bien simple.

L'interprétation en est d'autant plus aisée. Le *Dothidella* est unique sous ce rapport. Pourtant les choses n'en restent pas là ; les stades plus âgés sont souvent plus difficiles a expliquer. Les hyphes ascogènes, s'allongeant démesurément, perdent tout contact avec l'ancien ascogone. Il est, dès lors, impossible de les suivre à une grande distance ; leur identification, par suite, peut devenir très malaisée.

Pour comble, tous les tissus environnants s'allongent de la même manière (voir fig. 14). La colorabilité de toutes ces cellules diminue, à mesure que la saison s'avance. Cet appauvrissement s'explique par le fait que la nourriture disponible pour le Champignon s'épuise, lorsque la feuille se dessèche et tombe de l'arbre. De nouvelles réserves seront mises à la disposition du Champignon dès le printemps suivant, lorsque l'humidité et la chaleur printanière auront accéléré la décomposition de la feuille. Par contre le froid de l'hiver en arrête le développement. Pendant des mois on n'observe aucun changement notable. Les hyphes ascogènes, disposées par groupes, sont irrégulièrement mêlées aux autres cellules. Bien souvent, il est impossible de les discerner les unes des autres. La densité du protoplasme, caractère typique des jeunes hyphes ascogènes, a disparu ; nous venons de l'établir.

Seule la présence, dans ces cellules, de deux noyaux en permet l'identification ; et encore ne les trouve-t-on régulièrement que dans les cellules périphériques.

Cet état de choses disparaît donc, au premier printemps. Dans ces mêmes cellules périphériques, nous voyons s'accumuler tout le protoplasme ; celui-ci se cloisonne ensuite par une membrane du reste de la cellule.

Cette partie, ainsi délimitée, continue seule le développement ; s'allongeant considérablement, et grossissant en même temps, ces cellules viennent former des petites massues dressées, nettement distinctes des tissus environnants (fig. 16). Puis elles se recourbent en crochets (fig. 17) : ce sont, il n'y a aucun doute, les fameux « crochets d'Ascomycètes ». Dans leur intérieur, s'effectue enfin, d'après le mode bien connu, la fusion des deux noyaux accouplés. Ainsi naît (fig. 18) le noyau unique du jeune asque qui, par des divisions, donne naissance aux huit noyaux évoluant en spores.

DEUXIÈME PARTIE

Conclusions.

Tel est le développement du *Dothidella*, parasitant les feuilles de l'Orme. Examinons à présent quelles sont les conclusions générales que comporte cette étude.

Pour donner à ces conclusions une base aussi large que possible, nous chercherons d'abord à trouver des cas analogues chez d'autres Ascomycètes. Nous nous référons surtout à deux travaux choisis dans la littérature. L'un, publié par Ruhland, s'étend à tout l'ordre des Sphériacées, l'autre, dû à Baccarini, comporte plus spécialement l'étude des Dothidéacées.

Les espèces, dont la morphologie a été étudiée par Ruhland, sont exclusivement lignicoles. En raison même de cette adaptation particulière, elles offrent des différences très intéressantes par rapport au *Dothidella Ulmi*. Mais on retrouve dans les deux groupes le même strome conidifère extérieur et le strome ascifère intérieur. Quant aux relations entre ces deux sortes de thalles, les Sphériacées, habitant le bois mort, diffèrent essentiellement des Sphériacées vivant sur les feuilles.

Chez les premiers, le strome ascifère (endostrome) se forme immédiatement en dessous du strome conidifère (ectostrome de Ruhland) ; il existe entre ces parties un enchaînement assez intime. Il peut même arriver que des parties de l'ectostrome servent à former l'endostrome. Les limites réciproques s'effacent complètement.

Dans d'autres exemples, l'ectostrome tend à prendre le dessus en se formant aux frais de l'endostrome ; ou bien l'ectostrome, demeurant rudimentaire, se forme assez tardivement ; ou bien il ne se forme pas du tout.

Il existe donc toutes les transitions possibles entre le type diplostromatique et haplostromatique. D'autre part, l'endostrome peut dans un certain nombre de cas s'émanciper de l'ectostrome ; les périthèces se forment alors loin des stromes conidifères. Ce serait là un mode presque identique à celui que nous avons décrit pour le *Dothidella*.

Ces nombreuses variations correspondent, suivant Ruhland, aux conditions réalisées dans les différentes plantes hospitalières ; elles sont adaptionnelles. Des cultures artificielles des champignons fournissent les meilleurs témoignages en faveur de cette interprétation.

Appliquons les résultats de Ruhland au cas particulier du *Dothidella Ulmi*. Le plectenchyme, formé ici en dessous du strome conidifère (fig. 3), correspond certainement à l'endostrome primitif. Celui-ci ne développerait donc plus de périthèces. Avant d'en former, il s'étend latéralement dans les tissus de la feuille. Cette extension, et par conséquent l'émancipation du strome ascifère par rapport au strome conidifère, représenterait une adaptation nouvelle. Nous l'attribuerons avec vraissemblance à la structure molle des tissus parasités qui la favorisent.

Cette conception, basée sur l'étude morphologique, se trouve confirmée par le travail de Baccarini. Cet auteur envisage surtout le côté anatomique. Ayant étudié, dans les Dothidéacées, l'évolution anatomique des stromes ascifères, il leur reconnait une variété surprenante.

Pour en élucider la genèse, il commence par classer les différents cas par séries ; ces séries sont réunies entre elles par de nombreuses transitions. Les types les plus primitifs ne possèdent qu'un simple strome non différencié, véritable tissu d'agrégation, dépourvu d'accroissement secondaire ; les périthèces sont, dans ce cas, épars dans l'intérieur du strome. D'autres types débutent, comme les premiers, par un strome d'agrégation ; mais plus tard s'y ébauche un tissu d'accroissement ; il consiste en filaments rangés parallèlement, apparaissant sur toute la surface du strome primaire. Il s'agirait donc, dans ce cas, d'une sorte de cambium, situé sur la face extérieure du strome. Ailleurs le plectenchyme primaire et le cambium sont en rapport plus intime, la zone d'accroissement étant formée dans les couches extérieures du plectenchyme même ; enfin, chez les espèces les plus évoluees, le cambium est nettement délimité au centre même du strome.

Dans cette série nous voyons donc évoluer, pour ainsi dire sous nos yeux, l'accroissement secondaire chez les Ascomycètes. Les filaments, adaptés nouvellement à cette fonction, dériveraient, pense Baccarini, de filaments conidigènes. La preuve en serait fournie par leur accroissement qui, en effet, est identique chez les deux.

Les filaments conidigènes auraient abandonné leur fonction reproductrice au cours de l'évolution : soudés latéralement, ils se seraient transformés en tissus purement végétatifs. Baccarini croit donc, que des organes, primitivement reproducteurs, peuvent intervenir dans l'évolution de tissus végétatifs ; c'est une hypothèse qui mérite discussion ; pourtant, les preuves qu'en fournit l'auteur nous semblent insuffisantes. On pourrait tout au plus invoquer en leur faveur les résultats de Ruhland. L'endostrome émancipé de l'ectostrome s'est spécialisé dans la formation des périthèces. Pourtant, à sa surface subsistent, comme organes ancestraux, des filaments conidigènes. Ceux-ci, privés de leur ancienne fonction, se seraient adaptés à d'autres.

Avouons, que trop peu de faits sont connus à l'appui de cette hypothèse. Il est surtout regrettable que Baccarini n'ait pas insisté davantage sur ces questions, à la faveur du riche matériel dont il disposait. Si, pour combler cette lacune, nous nous servons du *Dothidella* et du *Cryptomyces*, le matériel, mis en œuvre par nous, n'est pas tel qu'on puisse en tirer une conclusion complète et définitive.

Mais nous croyons devoir le mettre en ligne de compte, en raison du haut intérêt qu'il présente. C'est sous cette réserve, que nous choisissons comme exemples ces deux Champignons, dont nous comparerons les organes reproducteurs. Le strome conidifère du *Dothidella* est un plectenchyme peu différencié, formant un nombre restreint de conidies, qui ne se distinguent pas essentiellement des hyphes végétatives. Le strome conidifère du *Cryptomyces* est plus compliqué, et formé d'un nombre bien supérieur de conidies dont les caractères sont nettement déterminés. Ces fait démontrent, il n'y a pas lieu d'en douter, la position inférieure du *Dothidella*. D'autres témoignages de cette infériorité relative résultent du développement de leurs stromes *ascifères*. Chez le *Dothidella*, le strome s'ébauche par un plectenchyme rudimentaire, dépourvu primitivement d'accroissement secondaire : celui-ci se fait après coup, à l'aide de filaments formés sur la périphérie du tissu. Cet état primitif est abandonné dans le *Cryptomyces*, où le cambium se localise dès le début, au centre même du plectenchyme.

Ces différences s'expliquent aisément, si l'on tient compte des idées générales, dégagées des études de Ruhland et Baccarini. Si, avec ces auteurs, nous admettons une évolution progressive des parasites ectophytiques en parasites endophytiques, le *Dothidella* et le *Cryptomyces* en représenteraient deux étapes différentes. Le *Dothidella* n'est endophyte que par ses stromes ascifères : par la disposition de ses stromes conidifères, il a gardé les caractères d'un ectophyte primitif.

La structure anatomique de ces ectostromes est une autre preuve encore de ce caractère ancestral : ils sont formés de simples hyphes rangées en palissades, et délimitant à leur extrémité les conidies par division intercalaire. Par contre le *Cryptomyces* est devenu endophyte par rapport à ses stromes conidifères et les stromes ascifères. Les deux organes sont plus compliqués que chez le *Dothidella* : le cambium, foyer générateur soit des conidies soit des asques, se trouve localisé dans le centre du tissu. Il est homologue dans les deux cas. Pourtant son rôle, nettement déterminé dans les stromes conidifères, est moins apparent dans les stromes ascifères, qui sont plus compliqués en général. Mais c'est là, il nous semble, la conséquence d'une transformation très avancée.

Si nous voulons étudier un cas plus primitif, nous retournons à des espèces moins évoluées, tel que le *Dothidella* : là, l'état ancestral subsiste encore : l'ascogone est en relation immédiate avec les filaments générateurs, dont l'un donne directement la cellule mâle et femelle.

Chez le *Cryptomyces*, les choses n'en sont pas restées à cette simplicité. Emancipé de l'union intime avec les tissus générateurs, l'ascogone a pris une extension plus considérable : il se distingue, soit par la forme de ses cellules, soit par leur contenu, plus nettement des cellules végétatives, que ce n'est le cas du *Dothidella*. Pourtant, à l'état jeune, alors que ces éléments sont encore courts, la ressemblance avec l'ascogone du *Dothidella* est frappante. Dans ces deux cas, les cellules du jeune ascogone forment les mêmes cloisons obliques. Bref, le *Cryptomyces* reproduit dans sa jeunesse les stades adultes du *Dothidella*, mais il le dépasse plus tard, par l'organisation de son ascogone.

Pourtant, ce progrès, réalisé par le *Cryptomyces*, n'est pas grand. Le plan fondamental est le même pour les deux champignons. Chez le *Dothidella*, la copulation s'effectue entre deux *cellules-sœurs*. Chez le *Cryptomyces*, où l'ascogone s'est allongé, elle est réalisée entre les *branches*-sœurs : la parenté plus éloignée des noyaux copulateurs prouve, une fois de plus, en faveur de l'organisation supérieure du *Cryptomyces*.

Le même résultat d'ailleurs, se dégage, si nous comparons dans les deux espèces la formation du fruit.

Le *Dothidella* possède des hyphes ascogènes très simples encore. Elles ne sont comparables à celles du *Cryptomyces*, que par leurs ébauches. Dans ce dernier, elles s'allongent démesurément (1). Il est, par conséquent, impossible de les suivre sur un grand parcours. Finalement, lorsque se forment les asques en excroissances latérales, les hyphes se vident de leur contenu cellulaire. Leurs rapports avec les asques adultes et, par conséquent, la continuité entre l'ascogone et le fruit, s'effacent complètement.

---

(1) Nous profitons de l'occasion pour rectifier une interprétation erronée émise dans notre mémoire sur le *Cryptomyces*. N'ayant pu retracer jusqu'à l'origine les hyphes ascogènes, nous en avons primitivement méconnu la nature ; nous les avons pris pour des canaux de copulation dilatés. C'est à cette erreur qu'il faut attribuer notre première interprétation, d'après laquelle l'ascogène évoluerait directement en asque, sans le concours des hyphes ascogenes. C'est surtout aussi la ressemblance de l'ascogone fertilisé et du jeune asque qui nous a induit en erreur. Intrigués par les faits observés dans le *Dothidella*, nous avons repris nos préparations et reconnu que, chez l'un et chez l'autre, les asques se forment par l'intermédiaire des hyphes ascogènes.

Toutes ces différences entre les deux champignons confirment notre interprétation : Le *Dothidella* est demeuré à un état inférieur de différenciation, le *Cryptomyces* a pu évoluer ultérieurement, ses organes sexuels s'étant émancipés davantage des tissus générateurs.

Malgré leur aspect différent, à l'état adulte, les cellules en question sont homologues, et par conséquent, parfaitement comparables.

En raison même de la structure primitive de ses organes reproducteurs, le *Dothidella Ulmi* nous semble particulièrement intéressant. Par le fait, il se rattache étroitement à d'autres Ascomycètes, dont la sexualité est réduite davantage (2) ; mais, en même temps, il nous semble établir l'affinité des Ascomycètes avec un autre groupe de champignons, réduits par le parasitisme : les *Urédinées*. Comme ceux-ci, le *Dothidella* végète à l'intérieur de sa plante hospitalière, sous forme de filaments libres qui s'associent en stromes, au moment même où ils vont fructifier. Mais les analogies se poursuivent plus loin encore. On s'en rend compte en comparant les jeunes stromes du *Dothidella* aux jeunes écidies du *Phragmidium violaceum*, récemment étudiées par M^me^ Moreau. L'écidie débute, suivant elle, par un plectenchyme à cellules isodiamétriques, mononucléées ; ce plectenchyme se différencie en grandes cellules rangées parallèlement, formant un ensemble très comparable à celui que nous avons figuré pour le *Dothidella* (fig.6). Puis une différence s'établit entre les grandes cellules et des petites, qu'elles délimitent à leur périphérie ; les premières, nettement distinctes par la grandeur de leurs noyaux et la densité du protoplasme, semblent se développer aux frais des autres qui dégénèrent successivement. Les grandes cellules, ainsi délimitées, se fusionnent latéralement par paires.

Cette fusion est d'ordre sexuel. La cellule fertilisée, devenue binucléée, dédouble alors ses noyaux par division conjuguée.

---

(2) Nous n'insistons pas particulièrement sur ce sujet que nous avons résumé ailleurs (*Revue scientifique de la France et de la Belgique*, 1921).

Chaque division nucléaire est accompagnée d'un cloisonnement de l'œuf fertilisé. Il en résulte ainsi une chaîne de cellules binucléées, dont les unes, grandes, évoluent directement en fruits (écidiospores), les autres, petites, dégénèrent. Tel est, en général, l'évolution de l'écidie.

En comparant les différentes espèces, on trouve des variations intéressantes. Les petites cellules, délimitées apicalement des grandes cellules, sont présentes en nombre indéfini chez les unes et disparaissent complètement chez les autres. Il s'agit donc, selon toute évidence, d'organes rudimentaires, ayant la tendance à se réduire. Ainsi ils nous semblent indiquer que la structure de l'écidie était plus compacte dans un état ancestral, comparable à l'ébauche du *Dothidella*.

C'est donc l'écidie jeune qu'il faut rattacher au jeune strome ascifère du *Dothidella*. L'analogie entre ces deux organes nous paraît évidente : elle se poursuit plus loin dans tous les caractères essentiels. Dans les uns et dans les autres, les noyaux, accouplés par paires après la fécondation, ne se soudent pas. L'œuf fécondé ne se développe pas de suite en fruit, mais donne naissance à une génération de cellules binucléées : celle-ci est de dimensions très variables. Chez le *Dothidella* elle est peu développée encore : chez les Urédinées, il y a ordinairement plusieurs générations de cellules binucléées. D'abord les écidiospores, comparables aux jeunes asques : quant à leurs petites cellules-sœurs, dégénérant plus tard, nous pourrons facilement les considérer comme homologues aux hyphes ascogènes dégénérantes. Cette génération binucléée des Urédinées est représentée ensuite par le mycélium produisant les urédospores et ces spores mêmes. Dans les téleutospores, survenues à la fin de l'évolution, s'effectue finalement la fusion des deux noyaux. Par l'importance de cette génération binucléée, les Urédinées seraient donc plutôt comparables aux Ascomycètes, dont les hyphes ascogènes ont une structure plus compliquée. Le *Dothidella* correspondrait plutôt aux Urédinées à cycle simplifié.

Tous ces faits semblent nous fournir une preuve évidente en faveur de la parenté, existant entre les Urédinées et les Ascomycètes. D'autres chercheurs l'ont supposée, sans démontrer pourtant tous les caractères communs entre les deux groupes. Parmi les Urédinées, le *Peridermium Barteli* représenterait, selon M. Vuillemin, un type de transition particulièrement intéressant. Ici la cellule femelle placée à la base des chaînes écidiennes est nettement différenciée par l'épaississement de ses membranes ; elle rappellerait ainsi l'ascogone des Ascomycètes. Il en est de même chez l'*Uromyces Poarum*, selon Guilliermond. D'ailleurs, chez les Urédinées, la prépondérance de l'appareil écidien sur les autres spores démontre nettement son caractère particulier, confirmant l'analogie que nous venons d'établir avec l'ascogone des Ascomycètes. Cette prépondérance de l'écidie est démontrée, pense M. Vuillemin, par son importance physiologique, et par sa précocité dans l'ordre ontogénique.

Les Ascomycètes et les Urédinées auraient donc, en raison même de cette ressemblance, une origine commune. Incapables de toute évolution ultérieure, par suite de leur parasitisme, comme l'admet M. Vuillemin, les Urédinées auraient conservé intacte la structure de leurs organes sexuels. Chez eux, la chaîne de cellules binucléées, issue de l'œuf fécondé, se transforme directement en fruits (spores). Chez les Ascomycètes supérieurs cette transformation s'effectue à l'aide du « crochet ».

On nous objectera que l'analogie est parfaite jusqu'à cette phase de l'évolution, mais qu'il est impossible de comparer les asques avec les spores. Il nous semble pourtant que cette divergence s'explique aisément, si nous tenons compte de l'adaptation spéciale de ces organes disséminateurs. L'archicarpe et les préécidies sont protégés, à l'intérieur du plectenchyme, contre tout contact du monde ambiant; ils ont pu, par conséquent, conserver, comme des pétrifications, leurs caractères ancestraux. Les fruits, par contre, pour assurer leur dissémination, ont dû s'adapter aux conditions du milieu.

Liés étroitement à leurs hôtes par des caractères purement parasitaires, les Urédinées ont complètement abandonné le saprophytisme de leurs ancêtres. Ayant besoin, comme nourriture, de matière vivante, ces parasites sont brusquement arrêtés dans leur développement par la mort de leur hôte. Pour que leur existence ne soit pas menacée, il leur faut donc des organes disséminateurs, prêts à toutes ces éventualités ; ce sont les spores exogènes.

La dissémination de ces spores, remplies de réserves, est bien moins compliquée que celle des ascospores. Elle est tout particulièrement appropriée aux exigences de la vie parasitaire. Des organes, aussi délicats que les asques, qui ne se développent, souvent, qu'après la mort de la plante hospitalière, ne pourraient pas se former chez les rouilles. Si les Ascomycètes se sont également adaptés à la vie parasitaire, ils ont presque toujours gardé quelques caractères ancestraux.

Une fois que leur hôte a disparu, ils sont presque toujours capables de se nourrir saprophytiquement. Cela est impossible chez les rouilles. Par suite de leurs caractères purement parasitaires, les Urédinées ont dû adopter un autre mode de dissémination que les Ascomycètes.

En général, les adaptations chez les Urédinées nous semblent être de nature récente. C'est ainsi que l'on pourrait s'expliquer le fait que leur spécialisation parasitaire varie considérablement dans les différents pays. Leurs caractères ne sont pas encore devenus stables. D'autre part, leur sexualité est restée à un état bien plus rudimentaire que chez la plupart des Ascomycètes, où elle a pris les formes les plus variées.

Toutes ces différences entre les Urédinées et les Ascomycètes s'expliquent donc aisément par le fait suivant, constaté dans de nombreux cas : il y a une indépendance absolue entre l'évolution de caractères d'ordre ancestral et de caractères adaptionnels.

Il n'y a, par conséquent, rien de surprenant, si les Urédinées et les Ascomycètes diffèrent par leur *reproduction*, adaptée à des conditions différentes, alors qu'ils se ressemblent par leur *sexualité*.

On s'est rendu compte, par ce qui précède, combien de questions intéressantes peut susciter l'étude d'un Ascomycète aussi simple que le *Dothidella Ulmi*.

Nous continuons nos recherches pour élucider ces problèmes trop peu étudiés jusqu'à présent.

Strasbourg, Institut Botanique, Juillet 1920.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Les travaux sur la sexualité des Ascomycètes ont été énumérés dans notre mémoire, publié dans le *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1920. Nous nous bornons à mentionner ici les publications qui ont un rapport direct avec le sujet que nous traitons.

1906 **Baccarini.** — Appunti per la morphologia dello stroma nei dotideacei (*Ann. di Botanica*, 4).

1917 **Killian.** — Morphologie, Biologie u. Entwicklungsgeschichte von *Cryptomyces Pteridis* (*Zeitschrift für Botanik*, 9).

1900 **Ruhland.** — Untersuchungen zu einer Morphologie der stromabildenden Sphaeriales auf entwicklungsgeschichlicher Grundlage. Hedwigia, 39.

EXPLICATION DES PLANCHES

Planches 16 et 17.

Figure 1. — *a-c*. Feuilles d'Orme infectées par le *Dothidella Ulmi* ; stades successifs de la maladie.

Figure 2. — Strome *ectophylle* (conidifère) du *Dothidella Ulmi*.

Figure 3. — Strome *endophylle* du *Dothidella Ulmi*, formé au-dessous du strome conidifère.

Figure 4. — Les hyphes s'étendent latéralement, envahissant les espaces intercellulaires.

Figure 5. — Les hyphes se massent en plectenchyme, et pénètrent à l'intérieur des cellules pallissadiques.

Planches 18 et 19.

Figure 6. — Trois centres d'accroissement s'ébauchent dans le plectenchyme.

Figure 7-8. — Les ébauches des périthèces s'agrandissent, et se différencient successivement.

Figure 8-9. — Des cellules sexuelles se délimitent au centre du périthèce.

Figure 10. — La cellule mâle se fusionne avec la cellule femelle.

Figure 11-12. — Les noyaux mâles immigrent dans la cellule femelle.

Figure 13. — Une hyphe ascogène se forme sur la périphérie de la cellule femelle fertilisée.

Figure 14-15. — Les hyphes ascogènes s'allongent et se cloisonnent.

Figure 16-18. — Les cellules périphériques des hyphes ascogènes se transforment en asques.

SUR L'HISTOIRE DU DÉVELOPPEMENT DU *PERONOSPORA SPINACIÆ* (GREW.) LAUB.

Arkiv för Botanik. Band 15. N° 15. Stockholm 1918.

par M. Jakob ERIKSSON

analysé par M. Et. FOËX

La Péronosporée qui attaque l'Épinard ne saurait être confondue avec le *Peronospora effusa* (Grew.) Rabenh. et elle doit constituer une espèce spéciale, le *P. Spinaciæ* (Grew.) Laub.

Aspect extérieur de la maladie. — Les premières taches apparaissent peu de semaines après le semis ; elle sont assez grandes, irrégulièrement distribuées et bien séparées l'une de l'autre. Leur teinte varie du blanc au jaune et leur face inférieure est recouverte d'une sorte de duvet gris-bleuâtre. Il s'agit là du stade primaire de la maladie, auquel en succède un autre, dans lequel le revêtement, dont il vient d'être fait mention, s'étend à toute la face inférieure du limbe. Pendant cette dernière période, le bord de la feuille est souvent faiblement enroulé.

La moisissure duveteuse, qui forme le revêtement, est constituée de filaments dressés, ramifiés (conidiophores), lesquels détachent à leur sommet des éléments ovales (conidies).

Mode d'hibernation du Champignon. — A l'exception de Noelli, qui signale l'existence d'oospores dans les feuilles d'Épinards, ces fructifications n'ont été observées par aucun des auteurs qui se sont occupés de la question.

Si l'on admet l'identité entre le *Peronospora Spinaciæ* et le

P. effusa, on peut supposer que ce dernier, qui constitue ses oospores en abondance chez les Chénopodes spontanées, peut assurer au printemps la contamination de l'Épinard. Mais cette hypothèse est peu vraisemblable, car il est fréquent de voir des Épinards restés sains à côté de Chénopodes gravement atteints.

Magnus suppose que le *Peronospora Spinaciæ* peut se maintenir pendant l'hiver dans les feuilles d'Épinards.

Mais y a-t-il réellement des feuilles capables de franchir ainsi la mauvaise saison ? Ces dernières renferment-elles un mycélium dans les conditions de température de l'hiver ? Comment expliquer que la maladie se maintienne dans une localité où aucune culture d'Épinard n'existe pendant la mauvaise saison ?

Telles sont les questions que s'est posé Eriksson et auxquelles il a essayé de répondre par les recherches qui vont être exposées.

RECHERCHES D'ERIKSSON. — Le 1^er^ Juillet 1911 sont cueillies des feuilles d'Épinard, lesquelles présentent les premiers stades de la maladie. Dans la localité où la récolte est faite il n'y a pas de culture d'hiver et aucun des Épinards semés au printemps n'est malade. La planche où les feuilles sont cueillies est située à 50 mètres de la culture d'Épinard la plus proche : cette dernière étant d'ailleurs saine et devant le rester par la suite.

Des fragments de feuilles de 2 à 3 mm. sont prélevés : 1° au niveau des taches ; 2° à la limite de ces dernières et du reste du limbe ; 3° dans les feuilles saines, mais portées par des plantes malades. Des fragments de mêmes dimensions sont découpés sur les feuilles de la planche saine. La fixation de ces éléments est effectuée au moyen de l'acide chromoosmique de Flemming.

La plupart des coupes sont colorées par la Safranine-Gentiane violet-orange de Flemming. Certaines d'entre elles sont traitées par l'hématoxyline de Weigert.

VIE PLASMATIQUE DU CHAMPIGNON. — Ainsi Eriksson étudie : 1° les feuilles présentant le *Peronospora Spinaciæ* ; 2° celles qui en sont indemnes, mais sont portées par des pieds atteints, et enfin, 3° celles provenant d'une culture absolument saine. On sait que, lorsque ses recherches ont porté sur le *Phytophtora infestans*, il n'a pu se procurer de lignées exemptes de ce parasite. L'étude du

Peronospora Spinaciæ comporte donc des éléments de comparaison bien supérieurs à ceux qu'il avait pu réunir dans le cas précédent.

Ni dans la lignée saine, ni dans les feuilles en apparence indemnes, prises sur des pieds malades, Eriksson ne découvre la moindre trace de mycélium.

Les cellules de la lignée saine présentent une apparence normale. Leur corps protoplasmique est relativement clair et transparent, seuls peuvent être distingués de petits points et de faibles amas plasmatiques troubles, entre les chloroleucites. On peut discerner çà et là des cordons de liaison en forme de pseudopodes, qui réunissent les corps les uns aux autres.

Dans les cellules de la lignée malade (fig. 2), le cytoplasma est plus trouble, moins transparent que dans le cas précédent. Grâce aux méthodes de coloration les plus diverses, dont la meilleure est l'hématoxyline de Weigert et grâce à l'emploi des meilleures lentilles, il est possible de définir dans la masse une matière colloïdale fluide, dans laquelle sont logés de petits corpuscules en forme de grains ou de filaments (fig. 2). Ces corps sont réunis les uns aux autres par des cordons encore plus fins qui s'étendent à travers tout le cytoplasme. Les filaments ont généralement une longueur qui est le tiers ou la moitié du diamètre du corps chlorophyllien, ou sont encore plus longs. Souvent 2 ou 3 filaments convergent vers un point central, au contact duquel ils se trouvent nettement limités. Ils se recourbent fréquemment, forment des angles émoussés et viennent s'appliquer intimement à la surface d'un grain de chlorophylle. Les chloroleucites des lignées malades diffèrent aussi par leur structure de ceux qui appartiennent à des plantes saines. Les premiers sont moins compacts, leur surface est plus irrégulière que celle des seconds. Souvent la préparation comporte des fractures de membranes, à travers lesquelles le contenu plasmatique s'est écoulé dans les espaces intercellulaires en entraînant avec lui des corps chlorophylliens.

Les éléments, ainsi rejetés hors de la cellule, présentent une structure identique à celle de ceux qui sont restés en place. La fluidité de la substance colloïdale, dont les limites sont distinctes, est particulièrement remarquable.

Dans son travail sur l'histoire du développement du Champignon de la Pomme de terre *(Phytophtora infestans)*, Eriksson a parlé brièvement d'une foule de points noirs qu'il a pu distinguer par l'emploi de forts grossissements. La fig. 26 de la planche 3 de ce mémoire représente une cellule de cette nature, pleine de grains. Il n'avait alors cru à la possibilité ni de préciser davantage la structure élémentaire de ces corps plasmatiques, ni de révéler cette dernière par la microphotographie. Il y parvient maintenant par la méthode à l'hématoxyline de Weigert.

Les corps filamenteux ou nucléiformes de la lignée d'Épinards malades rapelleraient, d'après Eriksson, les chondriomes des cellules animales.

Les formations filamenteuses et granuliformes du corps protoplasmique, ainsi que la substance colloïde fluide, qui les englobe, sont des éléments morphologiques du stade de développement du Champignon, auquel Eriksson a donné le nom de mycloplasma.

Le premier signe de multiplication des éléments fungiques, qui se révèle dans la vie symbiotique entre le Champignon et la cellule de la plante nourricière, se manifeste lorsque se produit la dissolution des chloroleucites. Ces derniers se disloquent et se fondent en une masse trouble, finement grenue, sans doute sous une action enzymatique du Champignon (fig. 3). Dans certains cas, la dissolution n'a porté que sur les chloroleucites, localisés dans une région de la cellule, quant aux autres ils n'ont subi aucune modification.

A partir de ce moment, sont terminées toutes les manifestations vitales propres de la cellule de la plante nourricière, telles que croissance, division etc ; ainsi la croissance de l'organe prend fin.

Dans plusieurs écrits précédents et spécialement dans le travail plusieurs fois cité sur le Champignon de la Pomme de terre, Eriksson a exprimé l'opinion que chez une plante hôte, qui contient le germe de la maladie, existent deux phases de développement séparées.

La première phase est une période générale de développement, dans laquelle toute l'énergie vitale de la plante est employée à l'élongation et à la division des cellules végétatives. La croissance se poursuit jusqu'à ce que l'organe ait atteint un développement complet en longueur, largeur et épaisseur. Cette phase de croissance est suivie d'une période qui est décisive pour l'état de santé de l'organe. C'est à ce moment que le germe interne de la maladie, qui a sommeillé jusque-là, peut acquérir sa maturité et rendre ainsi la plante malade.

Un appui important est fourni à cette conception par des remarques rapportées plus haut sur la dissolution des chloroleucites. Avec ce processus cessent le pouvoir d'assimilation et la faculté de croissance de l'organe. Le Champignon doit alors être considéré comme vainqueur dans le duel, qui se livre entre la cellule et lui, et comme maître de cette dernière, dans laquelle seul le noyau survit encore quelque temps. Le stade mycoplasmatique est par suite terminé ; le corps plasmatique de la cellule, qui prend naissance lors de la mort et de la résorption de la chlorophylle, doit être envisagé comme un système fungique propre de nature plasmatique. On pourrait, peut-être, le considérer comme un mycoblaste, c'est-à-dire comme un système initial, d'où doit sortir le Champignon filamenteux.

Dans son développement ultérieur, le champignon de l'Epinard suit essentiellement le schéma de son proche parent, le parasite de la Pomme de terre. Immédiatement après le stade de dissolution de la chlorophylle suit la phase à nucléoles. Dans le plasma trouble, qui, ou bien remplit complètement la cellule, ou s'accumule en éléments semblables à un plasmode, nettement limité, au milieu ou aux extrémités des cellules, on trouve un certain nombre de nucléoles (2 à 10 ou encore davantage) de diverses grosseurs.

Chacun de ces derniers s'entoure d'un cercle de lumière (hallo), qui est particulièrement apparent dans les plus grands. La fig. 4 montre diverses cellules dans lesquelles le Champignon se trouve à ce stade de développement. La fig. 5 est remarquable par la netteté avec laquelle la masse plasmatique est limitée.

Avec la dissolution des chloroleucites et l'apparition des nucléoles plasmatiques commence la maturité du mycoplasma. Le corps du Champignon, jusque-là plasmatique intracellulaire, est prêt à sortir de sa captivité pour entreprendre, dans les espaces intercellulaires, une vie propre sous la forme d'un Champignon filamenteux parasite.

Développement du mycélium intercellulaire.

(fig. 6 et 7).

Çà et là dans ces mêmes préparations où ont été observés les stades qui viennent d'être décrits de dissolution des chloroleucites et de formation des nucléoles, on trouve aussi de tout jeunes « écoulements » du Champignon (Pilz-ausguss). On en voit deux à la fig. 6, un à chaque cellule. Les parties des cellules desquelles proviennent les écoulements sont remplies d'un plasma riche en nucléoles, et spécialement vers le point de sortie de ces écoulements. Les écoulements ne sont pas d'étroits filaments, mais se manifestent sous forme de courts et larges tubes plasmatiques. Aussi bien dans le cas présent que dans ceux du même ordre, qui ont été autrefois étudiés, il est impossible de distinguer avec certitude comment ces tubes traversent les parois. Ce qui paraît le plus vraisemblable, c'est qu'ils suivent la voie que leur offrent les plasmodesmes de la paroi.

Dans la figure 6, les nucléoles ne sont visibles que dans le tube de la cellule supérieure, parce que les deux tubes ne se trouvent pas au même niveau dans la coupe et ne peuvent par suite être visibles ensemble pour une même mise au point du microscope.

Du fait que quand plusieurs tubes, issus de diverses cellules, se rencontrent, ils se fusionnent, on peut conclure que ces tubes sont entourés, non d'une membrane définitive, mais d'une mince pellicule plasmatique. Dans la figure 7 se manifeste entre les tubes de deux cellules voisines une fusion de ce genre, après laquelle la croissance se poursuit comme s'il s'agissait d'un élément simple.

Les anthéridies et les oogones du Champignon
(fig. 8, 9, 10).

Une fois qu'il a pénétré dans l'espace intercellulaire, le tube du Champignon acquiert progressivement toute sa croissance et prend l'aspect d'un puissant filament mycélien. De même que dans le cas du champignon de la Pomme de terre, les filaments mycéliens se développent soit en oogones soit en anthéridies (fig. 8). Dans la fig. 8 on voit un développement terminal de l'oogone ; il peut aussi se produire un développement intercellulaire de cet organe. Entre les éléments mâle et femelle a manifestement lieu une fusion du contenu (fécondation), quoique ce phénomène n'ait pu être observé en détail (fig. 9, 10). Dans la fig. 9, seul l'organe femelle apparaît avec évidence. L'organe mâle correspondant, qui a été introduit dans le dessin 10, ne serait discernable qne dans la coupe suivante. Du fait qne l'oogone sphérique ou oviforme se développe de plus en plus au contact de l'article terminal du filament mâle et se remplit d'un contenu plus épais, tandis que le sommet du filament mâle se ratatine et n'apparaît plus que comme un appendice de l'oogone, on peut conclure qu'une fécondation s'est produite.

Des oospores se constituent à partir des oogones; on en trouve çà et là dans les tissus qui ont dépéri. La plupart d entre eux sont situés entre les restes du parenchyme lacuneux, à l'intérieur ou au voisinage immédiat de l'épiderme inférieur et des stomates. Ce sont des éléments sphériques (fig. 11), ou irréguliers, quelque peu anguleux, longuement étirés. En diamètre, ils varient entre 23 et 29 μ. Ils sont entourés d'une membrane épaisse, assez inégale, qui enveloppe une masse finement granuleuse, dans laquelle on peut distinguer 3 ou plusieurs corps nucléiformes.

La germination des oospores

(fig. 11 à 15)

Le développement hivernal de ce Champignon prouve bien que les corps qui viennent d'être décrits et que l'on trouve dans les tissus foliaires morts, sont bien les oospores de cette espèce. Dans les coupes où les oospores sont visibles on peut apercevoir leur germination. Ce ne sont pas des spores de repos (spores d'hiver) organisées pour conserver le Champignon en vie d'une année à l'autre, mais de vraies spores d'été qui sont en état de germer de suite.

Dans les fig. 11 et 12 on voit des oospores qui germent directement. L'écoulement dans un cas en forme de vésicule (fig. 11), dans l'autre en forme de tube (fig. 12), s'ouvre à travers le stomate un chemin vers l'extérieur.

Dans la plupart des cas, une division du contenu de la spore en trois ou plusieurs portions paraît précéder sa germination. Après la rupture de la paroi des spores, chacun de ces éléments, ainsi constitué, est mis en liberté et germe indépendamment des autres à travers l'ouverture stomatique Ce phénomène est plus évident et plus fréquent que dans le Champignon de la Pomme de terre.

Cette observation permet de comprendre comment déjà dans les plus jeunes stades d'émission à l'extérieur du mycélium aérien, peuvent être distingués à la surface de la feuille plusieurs filaments de Champignon, qui sortent régulièrement côte à côte à travers l'ouverture stomatique.

Parfois à l'intérieur d'une seule et même ouverture stomatique existent deux oospores, dont l'une n'a pas encore germé, alors que l'autre a déjà germé. Les germinations de la fig. 14 paraissent aussi provenir de deux oospores séparées.

Après sa sortie hors de l'ostiole stomatique, le filament fungique s'accroît rapidement. Il reste simple ou se ramifie et se met à détacher immédiatement des spores aériennes (fig. 14). Ces spores aériennes primaires fonctionnent ici de même que chez le Champignon de la Pomme de terre comme zoosporange, c'est-à-dire que leur contenu se divise en un certain nombre de zoospores, qui, aussitôt mises en liberté, germent immédiatement.

Malheureusement, aucune occasion ne s'est offerte d'examiner comment les tubes des spores arrivent à pénétrer dans la feuille d'Epinard et comment s'effectue la germination des conidies aériennes nées d'une affection secondaire.

Comment le Champignon pénètre-t-il sous forme de plasma dans le plant d'Epinard ?

Ainsi, le développement du Champignon a pu être suivi à partir du moment où, quittant la symbiose dans laquelle il vivait avec le protoplasme, il devient visible.

Ensuite a été mis en évidence le système fungique de nature colloïdale, qui détruit les chloroleucites et qui affecte la forme de filaments ou de noyau. Ce stade dure jusqu'au moment où des filaments aériens primaires sont émis à l'extérieur.

Mais ici, comme chez le *Phytophtora infestans* de la Pomme de terre, il reste à établir comment le Champignon arrive à acquérir une forme plasmatique dans la plante nourricière. Peut-être est-ce grâce au concours de spores aériennes, nées secondairement.

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHES 14 ET 15.

Fig. 1. — Groupe de cellules d'une plante d'Epinard saine.

Fig. 2. — Groupe de cellules d'une plante d'Epinard malade.

Fig. 3. — Dissolution de la chlorophylle ; *a)* la partie de la cellule où se produit la dissolution de la chlorophylle.

Fig. 4. — Groupe de cellules : corps plasmatiques accumulés dans certaines parties des cellules et pourvues de nombreux nucléoles.

Fig. 5. — Cellule gauche de la figure précédente.

Fig. 6. — Cellules pourvues d'un « écoulement » plasmatique.

Fig. 7. — Les écoulements plasmatiques de deux cellules voisines se sont fusionnés en un tube commun qui est marqué *a)*.

Fig. 8. — Oogones terminaux au milieu des débris des tissus, dans lesquels ils se sont constitués.

Fig. 9. — Oogone et anthéridie au milieu des débris des tissus dans lesquels ils se sont constitués.

Fig. 10. — Dessin correspondant à la photographie précédente.

Fig. 11 et 12. — Germination d'oospores.

Fig. 13. — Oospores dont le contenu a été subdivisé en trois parties ; au moins deux de ces dernières ont déjà germé.

Fig. 14. — Germination d'oospores.

Fig. 15. — Dessin correspondant à la photographie précédente.

RECHERCHES ANATOMIQUES
SUR LE PÉDONCULE ET LA FLEUR
DES
LILIACÉES

par Madame V.-C. GATIN

(suite et fin)

CHAPITRE IV

IV. SOUS-FAMILLE DES DRACÉNOÏDÉES

I. — TRIBU DES CORDYLINÉES

Genre *CORDYLINE* Comm.
Cordyline stricta Stend.

PÉDONCULE. — La section est arrondie, de contour sinueux, de 560-570 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire est extrêmement simple et se compose de 3 faisceaux disposés en triangle (fig. 56). Par sa simplicité, il rappelle celui des *Muscari, Urginea, Ruscus, Maianthemum*, etc.

Ce genre se distingue cependant très facilement des genres précités par l'existence d'une gaine de trois assises de petites cellules *fortement lignifiées autour de chaque faisceau.*

L'écorce est constituée par quatre à cinq assises de parenchyme rond, un peu collenchymateux ; elle est généralement plus large (huit à neuf assises) dans l'intervalle des faisceaux.

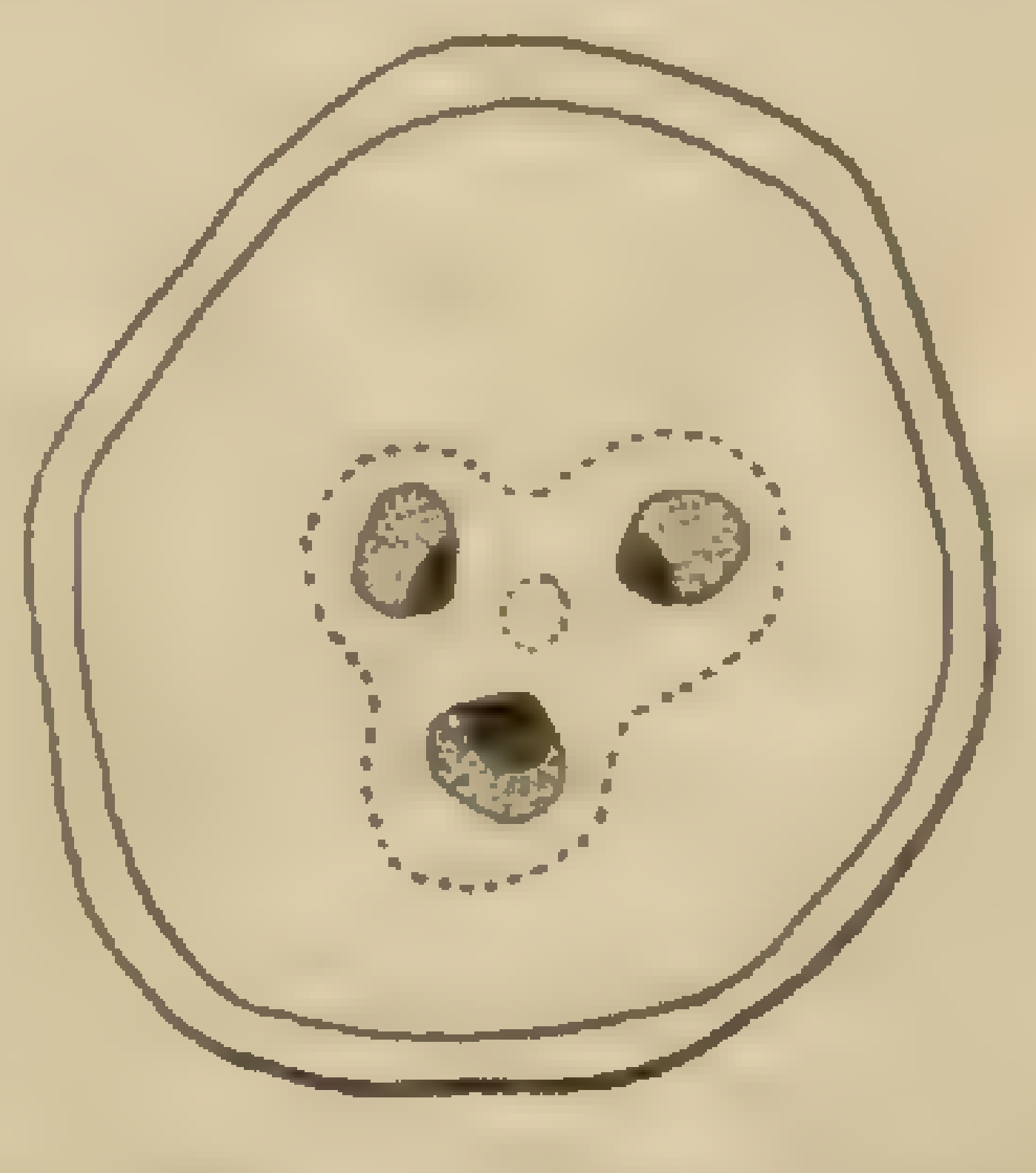


Fig. 56. — Coupe transversale du pédoncule de *Cordyline stricta.*

L'épiderme se compose de cellules légèrement étirées dans le sens radial, à peine épaissies sur leurs faces internes et fortement sur les faces externes. La cuticule est très ondulée.

Les stomates, assez nombreux, sont situés si superficiellement, qu'ils proéminent fortement à l'extérieur. Les cellules stomatiques, très petites par rapport aux cellules annexes, présentent un léger épaississement des faces internes et externes et des becs aigus.

Fleur. — Sous la fleur, la lignification du parenchyme disparaît ; les faisceaux du pédoncule s'élargissent considérablement et s'anastomosent en anneau libéro-ligneux. De cet anneau partent par groupes de trois les faisceaux des deux périanthes, la *trace* des sépales et des pétales est donc de *trois faisceaux*.

Le système fasciculaire du pistil comprend *trois faisceaux* dorsaux pour chaque carpelle, deux branches placentaires dont chacune donne un rameau fasciculaire pour la partie interne de chaque cloison.

Chaque loge de l'ovaire renferme deux ou trois séries d'ovules anatropes, horizontaux, à funicule court.

Les glandes septales, très nettes, mais très courtes dans le sens radial, sont peu différenciées.

Le tissu conducteur se présente sous la forme de courtes papilles qui recouvrent les placentas fortement proéminents et entourant le funicule des ovules, comme une collerette.

Les carpelles, à l'inverse de ce que j'ai observé jusqu'ici, ne se disjoignent pas complètement au sommet de la fleur.

Le parenchyme des feuilles carpellaires est bourré de raphides d'oxalate de calcium, non seulement dans la région dorsale des carpelles, mais aussi dans les cloisons.

L'épiderme du pistil est complètement lisse.

Ce genre, par la simplicité du système fasciculaire du pédoncule et par la présence du parenchyme lignifié autour de chaque faisceau, se rapproche surtout des Asparagées qui présentent un système fasciculaire très simple et dont le parenchyme, entourant les faisceaux, est lignifié. Ce sont notamment l'*Asparagus racemosus*, que nous avons classé dans la section II correspondante au sous-genre *Asparagus* Baker, *Convallaria maialis* et *Maianthemum bifolium*.

II. — TRIBU DES DRACÉNÉES

Genre *DRACÆNA* Vandelli.

Dracæna angustifolia Roxb.

Pédoncule. — La section est triangulaire, de contour sinueux. Le système fasciculaire comprend 18 faisceaux disposés en deux zones. La zone interne renferme 3 grands faisceaux groupés en un triangle et 3 faisceaux plus petits, alternes avec les grands (Parfois l'un de ces faisceaux est dédoublé). La zone externe se compose de 12 fascicules, groupés également en triangle, très rapproché du premier.

La gaine de petites cellules est formée de 2 assises. A l'inverse de ce que j'ai observé chez le *Cordyline*, le parenchyme qui entoure les faisceaux n'est pas lignifié. L'écorce, constituée par sept à huit assises de parenchyme rond, renferme d'énormes cellules à raphides d'oxalate de calcium. L'épiderme est formé par des cellules étroites, très fortement bombées à l'extérieur et recouvertes par une cuticule lisse. Les stomates, assez nombreux et généralement situés profondément, présentent une forme ovale et proéminent fortement dans les cellules annexes.

Fleur. — Ce genre, bien différent du genre *Cordyline* par la structure du pédoncule, en diffère aussi par celle de la fleur. La trace de chaque pièce du périanthe ne renferme qu'*un faisceau*. Cependant, le système fasciculaire du pistil se rapproche de celui du genre précédent par la présence d'une nervure de part et d'autre de chaque faisceau dorsal du carpelle. L'ovaire renferme un *seul* ovule par loge, dressé, anatrope. Par la présence des glandes septales, bien différenciées, le *Dracæna* se rapproche du genre précédent. Le tissu conducteur est en courtes papilles. Les carpelles ne se disjoignent pas au sommet de l'ovaire, comme chez le *Cordyline;* comme dans ce genre, ils renferment des cellules oxalifères, mais en nombre moindre. L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Le genre *Dracæna* est classé par de Jussieu au voisinage d'*Asparagus* dans l'ordre II *Asparagi*. Kunth range ce genre non loin du genre *Cordyline* dans la tribu des Dracénées. Endlicher le rapproche des genres *Cordyline* et *Asparagus* dans la tribu III Asparagées.

Bentham et Hooker classent les genres *Dracæna*, *Cordyline* et *Yucca* dans la tribu des Dracénées. Engler sépare les deux premiers genres du genre *Yucca* et les range dans les Dracénoïdées-Dracénées. D'après les caractères histologiques du pédoncule et de la fleur, il semble qu'il y a lieu de faire une séparation plus large entre le *Dracæna* et le *Cordyline* et de classer le premier genre dans la tribu des Dracénées et le deuxième dans celle des Cordylinées.

III. — TRIBU DES YUCCÉES

Genre *YUCCA* L.

Yucca gloriosa L.

Pédoncule. — La section est arrondie ou légèrement elliptique, de 3000 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire est encore plus compliqué que dans la sous-famille des Lilioïdées. Il comprend, en effet, trois zones de faisceaux : la plus interne se compose de 6 faisceaux, disposés plus ou moins en ellipse ; en dehors et autour de ce cercle de faisceaux, on observe deux autres cercles concentriques de faisceaux, le deuxième renfermant 12-15 rameaux fasciculaires plus petits, et enfin le troisième cercle comprenant un grand nombre de fascicules. Les faisceaux de *Yucca* sont caractérisés par de nombreux vaisseaux de gros calibre et par le liber, qui se compose d'énormes tubes criblés et de toutes petites cellules-compagnes, les deux éléments étant disposés en files radiales, sauf à l'extrémité des faisceaux où les cellules libériennes se résorbent. On observe également des vaisseaux en voie de résorption.

Le parenchyme entourant chaque faisceau est plus ou moins lignifié. La gaine de petites cellules est bien moins distincte que chez les Lilioïdées ; elle s'étend seulement sur une à deux assises en dehors du dernier cercle de faisceaux. L'écorce, par contre, est très épaisse et se compose, au moins, de onze à douze assises. L'assise épidermique, très caractéristique, est constituée par des cellules qui se prolongent presque toutes en longs poils unicellulaires en forme de lame de couteau. Les stomates, fort nombreux, sont saillants ; les cellules annexes se différencient également en poils, semblables aux autres poils épidermiques.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur rappelle ce que j'ai observé chez les *Hemerocallis*.

Sous la fleur, les deux cercles extérieurs de faisceaux forment six groupes. Les trois groupes externes passent dans les sépales ; ensuite, les trois groupes alternes vont aux pétales. Ici, contrairement à ce qu'on observe chez les Lilioïdées, la trace des sépales et des pétales se compose de 10-15 faisceaux disposés en deux rangs. Les systèmes fasciculaires de l'androcée et du gynécée proviennent, comme chez les Liliées, les Hémérocallidées, les Paridées, des faisceaux de la zone la plus interne du pédoncule. Comme chez toutes les Liliacées étudiées, les entre-nœuds de la fleur sont très courts et après le départ des faisceaux staminaux, les faisceaux qui restent se divisent en une quantité considérable de fascicules. Ces derniers se groupent aussitôt de manière à former 3 faisceaux principaux et de nombreuses ramifications secondaires pour la partie dorsale latérale des carpelles Les faisceaux principaux ont une forme caractéristique en éventail ou en rosette sur les coupes transversales.

Comme chez les *Hemerocallis*, il n'existe pas de faisceaux pour la région externe des cloisons ; par contre, on trouve 3 rameaux fasciculaires de part et d'autre des glandes septales. Celles-ci sont courtes dans le sens radial et peu différenciées.

Chaque loge de l'ovaire renferme des séries de deux ovules anatropes, horizontaux, à funicule très court. Au contraire, les placentas proéminent fortement dans la loge et entourent les funicules comme une collerette, revêtue de tissu conducteur en papilles digitiformes. La partie dorsale de chaque carpelle se prolonge dans l'intérieur de la loge par une forte proéminence en forme de lame triangulaire qui pénètre par son extrémité pointue entre les ovules. L'épiderme externe des carpelles est fortement papilleux et très riche en stomates. Les feuilles carpellaires renferment un grand nombre de cellules à raphides d'oxalate de calcium.

Les anciens botanistes systématiciens ne s'accordent pas sur la place du genre *Yucca* dans la classification. De Jussieu le rapproche des *Lilium* dans l'ordre *Lilia* ; Endlicher le classe dans la tribu des Aloïnées, à côté du genre *Lomatophyllum* ; Baillon, Bentham et Hooker le rapproche des *Dracæna* dans la tribu des Dracénées. Engler, par contre, sépare ce genre des Dracénées et le classe dans une tribu distincte, celle des Yuccées. Cette manière de voir est justifiée par l'ensemble des caractères histologiques du pédoncule et de la fleur. Il ressort, de plus, de ces caractères, que la tribu des Yuccées présente des points de contact avec les tribus des Liliées, parmi les Lilioïdées, des Paridées, parmi les Asparagoïdées, et surtout des Hémérocallidées parmi les Asphodéloïdées.

⁂

Ainsi, la sous-famille des Dracénoïdées se rattache par le genre *Cordyline* aux Asparagées, comme on l'a vu plus haut, et d'autre part, aux Hémérocallidées par le genre *Yucca*. La tribu des Dracénées est intermédiaire entre les Cordylinées et les Yuccées.

Les Dracénoïdées peuvent être caractérisées ainsi :

1. Pédoncule à 3-18 ou ∞ de faisceaux en un triangle ou en 2-3 zones. Lorsqu'il y a deux zones, la zone interne renferme trois gros faisceaux + trois petits alternes (parfois dédoublés). Lorsqu'il y a trois zones, la zone interne renferme six faisceaux et la zone moyenne un grand nombre de faisceaux plus petits. Parenchyme entourant les faisceaux souvent lignifié.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe = 1-3 (10-15 faisceaux en 2 rangs). Système fasciculaire du pistil = 3 faisceaux dorsaux, accompagnés parfois de fines ramifications dans les parties latérales des carpelles. Ovules ou 1 seul par loge, dressé ou ovules nombreux par séries de deux, horizontaux, anatropes. Glandes septales assez bien différenciées. Tissu conducteur en courtes papilles digitiformes. Placentas fortement proéminents dans chaque loge. Raphides d'oxalate dans les parois carpellaires.

CHAPITRE V

SOUS-FAMILLE DES COLCHICOÏDÉES

I. — TRIBU DES TOFIELDIÉES

Genre *TOFIELDIA* Huds.

Tofieldia calyculata Wahlbg.

Pédoncule. — On sait que chez cette espèce, les fleurs, presque sessiles, sont entourées d'un calicule. Une section du pédoncule au-dessus de ce dernier est arrondie, de 820 μ environ de diamètre.

Par la disposition du système fasciculaire, cette espèce est très différente de toutes celles que j'ai déjà observées. Il affecte une disposition en anneau composé d'environ 12 faisceaux, trop rapprochés les uns des autres pour être nettement distincts.

La gaine de petites cellules, très distincte, s'étend sur deux à trois assises. L'écorce est constituée par six à sept assises de parenchyme ordinaire.

L'épiderme se compose de cellules à peine allongées dans le sens radial ; leurs faces internes sont peu épaissies, tandis que les faces externes le sont beaucoup plus. La cuticule est lisse. Les stomates sont peu nombreux. Les cellules stomatiques superficielles, très petites par rapport aux cellules annexes, sont arrondies en section transversale, fortement épaissies sur les faces internes et externes qui, de plus, portent des becs cutinisés aigus.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme dans les fleurs des Asphodélées, Asparagées, Smilacées, Convallariées, etc. La trace des sépales et des pétales est de *trois faisceaux*, comme chez les genres *Phalangium*, *Paradisia*, *Asphodelus* et quelques Asparagoïdées.

Le système fasciculaire du pistil est extrêmement simple et comprend 1 faisceau dorsal pour chaque carpelle et 2 faisceaux placentaires. Chaque loge de l'ovaire renferme des séries de deux ovules anatropes, horizontaux. Les glandes septales se montrent *bien avant l'apparition des loges*, au moment où toutes les pièces florales sont encore confondues, quoique leur système fasciculaire se trouve individualisé. Un peu plus haut, les carpelles adhèrent légèrement les uns aux autres pour redevenir libres au sommet de la fleur.

Par ce caractère, *Tofieldia calyculata* s'éloigne des Liliacées étudiées et mérite d'être classé dans un groupe distinct.

Le tissu conducteur est à peine papilleux.

Le parenchyme des feuilles carpellaires renferme des *mâcles* d'oxalate de calcium, localisées dans les 3 assises sous-épidermiques. L'épiderme externe des carpelles est recouvert d'une cuticule dentée.

II. — TRIBU DES NARTHÉCIÉES

Genre *NARTHECIUM* (Mœring.) Huds.

Narthecium ossifragum Huds.

Pédoncule. — La section est arrondie ou elliptique, de contour très sinueux, ayant 720 μ environ de diamètre.

Par la disposition du système fasciculaire, cette espèce se rapproche d'une part de *Tofieldia* et d'autre part, des *Phalangium*.

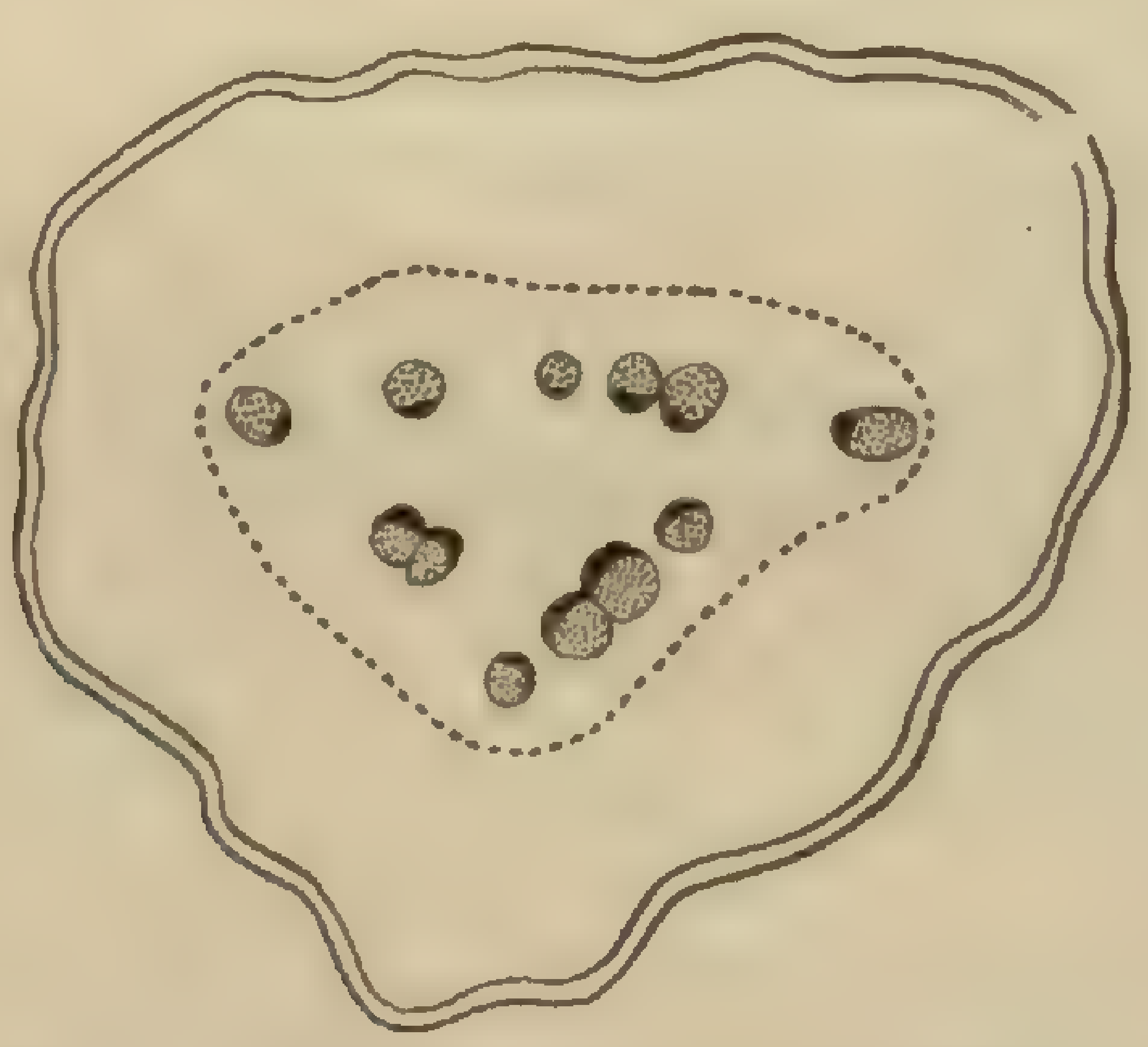


Fig. 57. — Coupe transversale du pédoncule de *Narthecium ossifragum*.

Comme chez ces deux genres, les faisceaux du pédoncule sont très rapprochés les uns des autres, mais au lieu d'être disposés en anneau comme chez le *Tofieldia*, ou en ellipse ou en cercle comme chez les *Phalangium*, ils sont disposés en un triangle (fig. 57).

La gaine de petites cellules ne renferme que deux assises. L'écorce, constituée par cinq à six assises d'un parenchyme cellulosique, ne présente pas de caractères saillants. L'épiderme se compose de cellules plus petites que celles de l'écorce, à parois internes minces, à parois externes un peu bombées et fortement épaissies. La cuticule est lisse. Les stomates, très nombreux, sont légèrement plus petits que les cellules annexes. Les cellules stomatiques, superficielles, de forme ovale, proéminent très peu dans les cellules annexes. Les faces internes, ainsi que les faces externes fortement épaissies, portent des becs cutinisés très faibles.

FLEUR. — La distribution des faisceaux dans la fleur se produit comme chez le *Tofieldia* et, comme dans cette plante, la *trace des sépales et des pétales* se compose de *trois faisceaux*. Le système fasciculaire du pistil est également très simple : chaque carpelle renferme un faisceau dorsal et deux branches placentaires.

Les ovules anatropes s'insèrent par séries de deux dans chaque loge. A l'inverse de ceux de *Tofieldia*, ils sont *dressés, filiformes*. Les téguments externes se terminent du côté de la chalaze en pointe fine, presque deux fois plus longue que l'ovule.

Les glandes septales n'existent pas. Le tissu conducteur est à peine papilleux et n'a pas de caractère spécial.

Comme chez le *Tofieldia*, les carpelles se disjoignent par leurs bords internes dès la base de l'ovaire.

Je n'ai pas observé de cristaux d'oxalate de calcium dans le mésophylle des carpelles.

L'épiderme de l'ovaire est lisse.

Si, par la disposition du système fasciculaire du pédoncule et de la fleur, le *Narthecium* se rapproche des Asphodélées, il s'en éloigne par les caractères des ovules, par l'absence des glandes septales et par le fait que les carpelles sont disjoints par leurs bords internes dès la base de l'ovaire, comme chez le *Tofieldia*.

Par les caractères des ovules, ce genre s'éloigne également du genre précédent, de sorte qu'avec Rouy, je crois préférable de ne pas classer ces deux genres dans la même tribu comme l'ont fait presque tous les systématiciens, mais dans une tribu distincte, très voisine des Tofieldiées et ayant des liens lointains avec les

Asphodélées. Il semble que les caractères histologiques permettent d'entrevoir mieux que les caractères morphologiques les liens aussi bien que les différences qui existent entre ces deux genres.

III. — TRIBU DES VÉRATRÉES

Genre *VERATRUM* Tourn.

Veratrum album L.

Pédoncule. — La section est arrondie, de 1500 μ environ de diamètre.

Le système fasciculaire de cette espèce rappelle par sa disposition celui de *Tofieldia* et de *Narthecium*. Il se compose, en effet, de 6 grands et larges faisceaux disposés en un cercle et rapprochés les uns des autres, mais diffèrent des faisceaux des autres espèces par leur forme en éventail et par leurs dimensions plus grandes. L'assise génératrice intrafasciculaire est très nette. La gaine de petites cellules, très distincte, se compose de deux assises.

L'écorce se compose de huit à dix assises de parenchyme rond ordinaire. Ainsi que la région centrale, elle est extrêmement riche en amidon.

L'assise épidermique est constituée par des cellules de dimensions inégales, plus ou moins étroites. Un grand nombre d'entre elles se prolongent en poils extrêmement longs, pluricellulaires, à cellules disposées en files radiales. La cuticule est lisse.

Les stomates, nombreux, diffèrent des genres précédents par leur forme et par leurs dimensions plus grandes.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez les deux genres précédents. La *trace des sépales et des pétales* se compose également de *trois faisceaux*. Mais ce qui distingue ce genre des deux autres, c'est que le *système fasciculaire du pistil s'individualise avant celui des étamines ; ces dernières restent confondues avec les faisceaux du périanthe sur un assez long parcours*. De plus, en relation avec ce caractère, il en existe un autre, très important, qui éloigne le genre *Veratrum* de tous ceux que j'ai étudiés, c'est l'adhérence des pièces florales à l'ovaire sur une assez grande hauteur. On peut dire que chez le *Veratrum*, l'ovaire est en partie adhérent. Ce caractère se traduit, au point de vue anatomique, par l'apparition des loges et des premiers ovules avant que les pièces florales soient individualisées et détachées les unes des autres. Ce caractère rapprocherait le *Veratrum* des Amaryllidées.

Le système fasciculaire du pistil est très simple ; chaque carpelle possède un faisceau dorsal et deux branches placentaires.

Les ovules sont horizontaux, anatropes, de forme ovale.

Les carpelles se disjoignent par leurs bords internes presque dès la base du pistil ; de plus, ils sont à peine adhérents entre eux par leurs bords latéraux, caractères communs au pistil de *Tofieldia* et de ***Narthecium***.

Les glandes septales n'existent pas, à l'inverse de *Tofieldia*.

Le tissu conducteur, légèrement papilleux, recouvre non seulement les placentas, mais aussi les bords internes des carpelles jusqu'au centre du pistil.

On observe un assez grand nombre de raphides d'oxalate de calcium.

L'épiderme du pistil porte des poils analogues à ceux du pédoncule.

Si par la structure du pédoncule, le *Veratrum album* se rapproche des deux genres précédents, ce qui permet de le maintenir à leur voisinage dans la classification, il s'en éloigne par les caractères floraux, notamment l'adhérence partielle de l'ovaire. Ce caractère est assez important, semble-t-il, pour classer ce genre dans une tribu voisine, celle des Vératrées, comme l'ont fait presque tous les systématiciens.

IV. — TRIBU DES COLCHICÉES

Genre *MERENDERA* Ram.

Merendera Bulbocodium Ram.

PÉDONCULE. — On sait que chez le *Merendera* les fleurs sont entourées chacune par deux ou trois feuilles, étroitement appliquées contre le tube de la corolle, le tout étant entouré par une spathe cylindrique.

Le pédoncule de la fleur se trouve, par conséquent, soudé aux feuilles sur une certaine longueur.

Le niveau caractéristique passe ici immédiatement au-dessus de l'insertion des feuilles ce qui, au point de vue anatomique, se traduit par le départ des faisceaux foliaires.

A ce niveau, la section du pédoncule est triangulaire (fig. 58).

Par le nombre et la disposition des faisceaux du pédoncule, ce genre est très différent des genres *Veratrum, Tofieldia, Narthecium.*

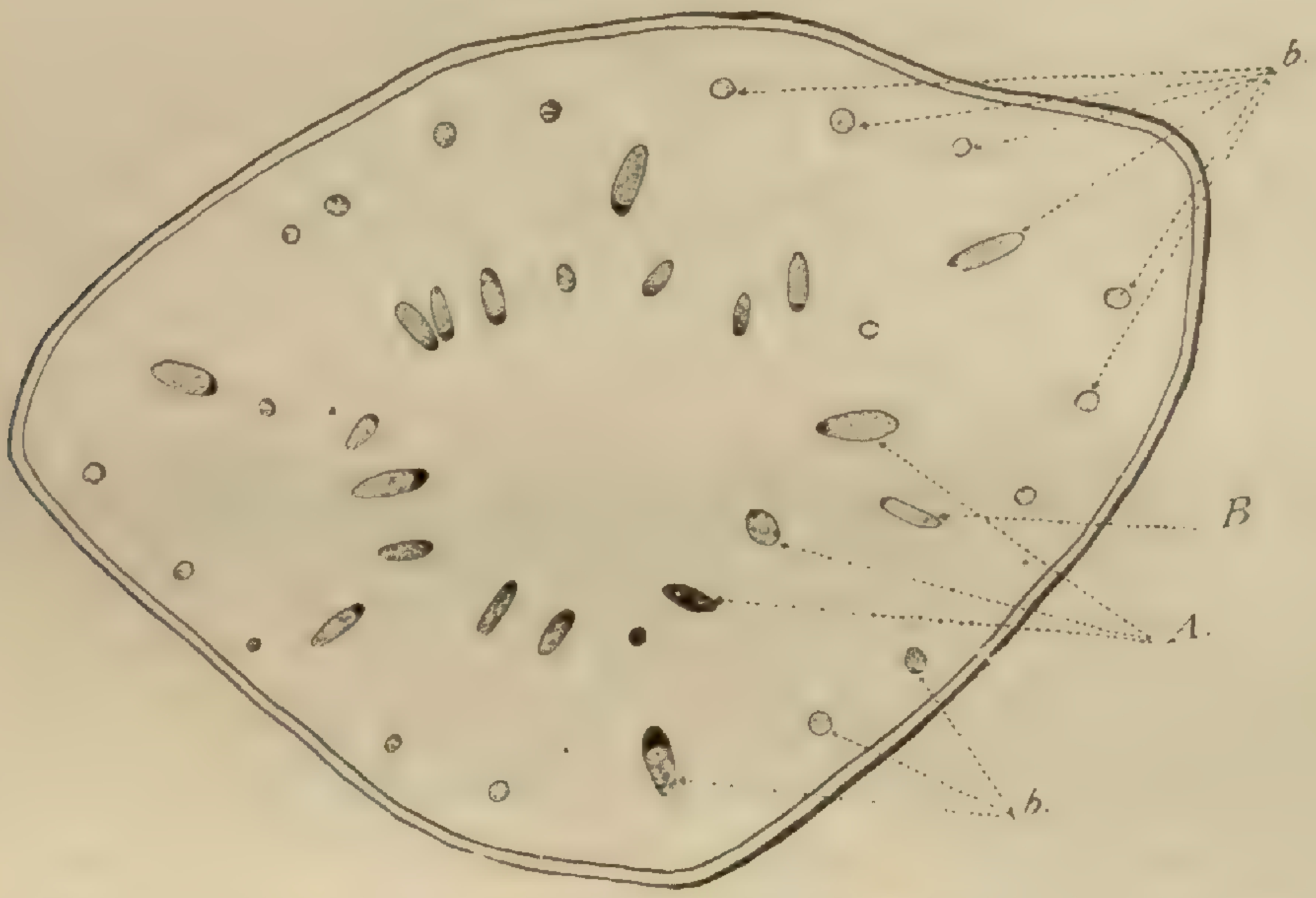


Fig. 58. — Coupe transversale du pédoncule de *Merendera Bulbocodium.*

Il présente, par contre, une organisation analogue à celle que j'ai observée chez les Tulipées parmi les Lilioïdées, chez les Hémérocallidées parmi les Asphodéloïdées, chez les Paridées parmi les Asparagoïdées et chez les *Yucca* parmi les Dracénoïdées.

Le système fasciculaire se compose, en effet, d'un grand nombre de faisceaux, de forme très allongée en coupe transversale et disposés en trois zones. La zone la plus interne renferme environ 18 faisceaux A, de dimensions inégales. L'assise cambiale fonctionnant entre le bois et le liber est très nette.

En dehors de la zone interne des faisceaux, on observe une deuxième zone renfermant 6 faisceaux *B*, de dimensions plus faibles. Enfin, encore plus à l'extérieur, il existe une zone de fascicules *b*, représentés seulement par des petits massifs de liber.

La gaine de petites cellules, si nette chez le *Veratrum*, n'existe pas ici. La région centrale et tout le tissu conjonctif sont constitués par du parenchyme ordinaire, fortement lacuneux et très riche en amidon. L'écorce, très étroite, se compose seulement de deux à trois assises disposées régulièrement.

Les cellules épidermiques d'inégales dimensions, présentent un léger épaississement sur les faces externes, très aplaties et recouvertes d'une *cuticule lisse*. Les stomates, assez nombreux, possèdent les mêmes dimensions transversales que les autres cellules épidermiques et diffèrent par leur forme et leurs dimensions des stomates des genres précédents.

Fleur. — Par le mode de distribution des faisceaux dans la fleur, ce genre offre une ressemblance lointaine avec les genres des tribus dont le système fasciculaire floral est le mieux différencié. La *trace des sépales et des pétales se compose de trois faisceaux*. Les faisceaux staminaux proviennent de la zone interne du pédoncule. Cependant, par d'autres caractères, la fleur du *Merendera* rappelle celle des *Veratrum*, notamment par une légère adhérence des pièces florales à l'ovaire, bien que cette adhérence soit moins prononcée.

Le système fasciculaire du pistil est également très simple ; on observe, toutefois, un faisceau dans la région interne des cloisons. De plus, les carpelles sont presque libres entre eux et ne sont adhérents que par une faible partie des cloisons.

Je n'ai pas observé de cristaux d'oxalate de calcium.

L'épiderme externe du pistil est lisse.

I. — Genre *COLCHICUM* L.

Colchicum autumnale L.

Pédoncule. — La section de ce dernier, passant au-dessus du niveau de l'insertion des feuilles, est triangulaire, comme chez le *Merendera Bulbocodium*, mais d'un diamètre plus grand.

Comme dans l'espèce précédente, le système fasciculaire renferme un grand nombre de faisceaux, disposés d'une manière analogue, en trois zones. La zone la plus interne se compose d'environ 15 faisceaux *A* plus forts et plus élargis en coupe transversale que les mêmes faisceaux de l'espèce précitée. Il existe également une assise génératrice intrafasciculaire, de même qu'on observe des vaisseaux de bois primaire en voie de résorption. En dehors de cette zone interne, on observe 6 faisceaux *B* disposés en deux triangles alternes. Les groupes de fascicules *b* sont représentés ici par 3 gros faisceaux (fig. 59).

La région centrale, ainsi que l'écorce, constituée par du parenchyme cellulosique ordinaire, beaucoup plus lacuneux que chez le *Merendera*, sont également très riches en amidon. L'écorce en contient, cependant, moins que chez ce dernier genre.

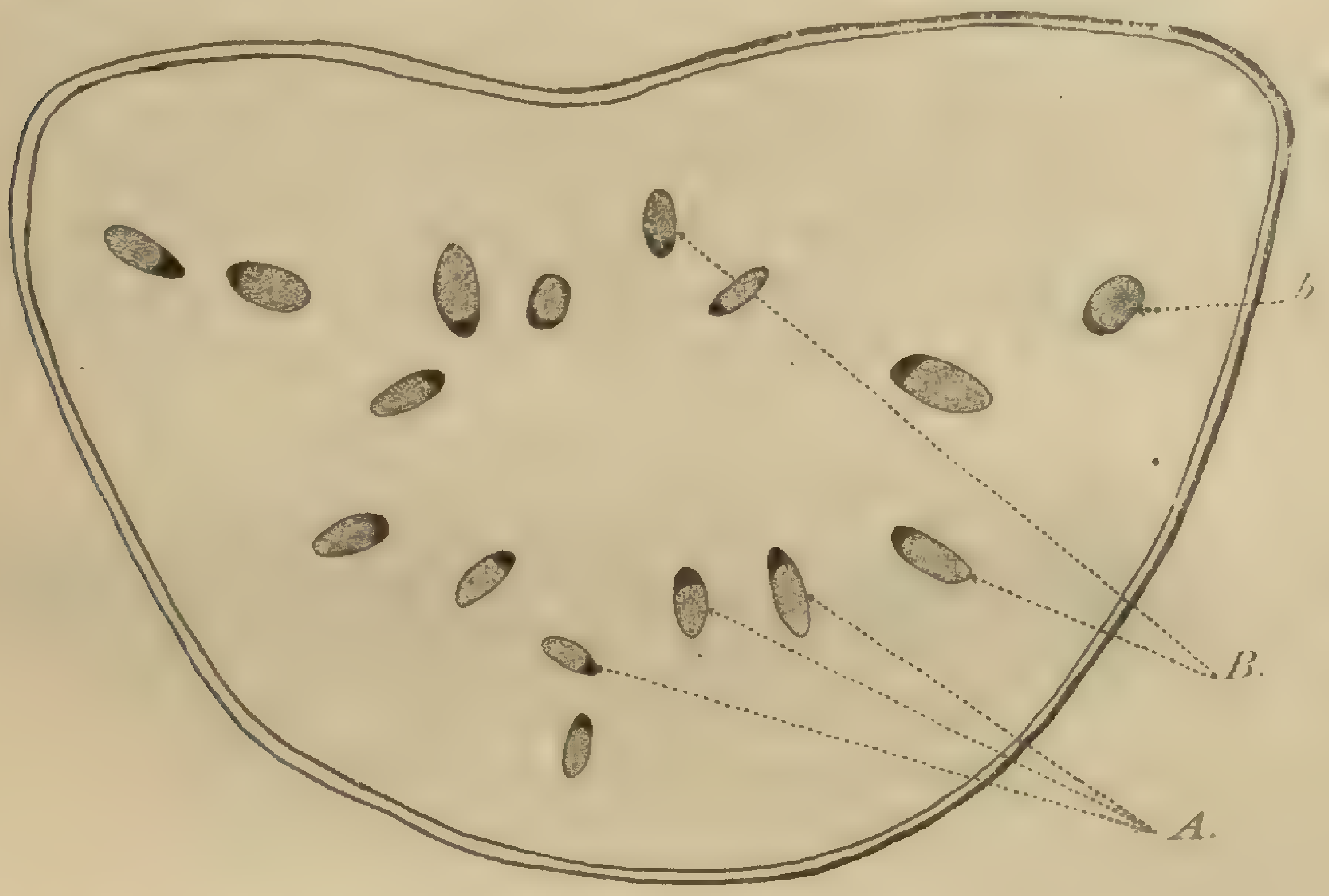


Fig. 59. — Coupe transversale du pédoncule de *Colchicum autumnale*.

L'épiderme diffère par les dimensions, non seulement des cellules épidermiques, mais aussi des stomates, qui sont trois fois plus grands.

Fleur. — La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme dans le genre précédent, mais ici la *trace des sépales et des pétales* se compose de *cinq faisceaux*.

Le système fasciculaire du pistil, très semblable à celui du *Merendera* en diffère, toutefois, par la présence de fines ramifications du faisceau dorsal de chaque carpelle.

Les ovules sont horizontaux, anatropes ou subcampylotropes, portés par des placentas extrêmement proéminents.

Les *glandes septales* n'existent pas, le pistil étant construit comme dans le genre précédent.

Le tissu conducteur est un peu plus papilleux, mais également peu différencié.

Il n'existe pas de cristaux d'oxalate de calcium.

L'épiderme du pistil est également lisse.

On constate donc que les caractères histologiques du pédoncule et les particularités de la fleur rapprochent le *Colchicum* du genre *Merendera* ce qui justifie la place que lui ont assignée les systématiciens à côté de ce genre dans la tribu des Colchicées.

On constate, d'autre part, que ces deux genres, extrêmement voisins par leurs caractères morphologiques, le sont par les caractères histologiques du pédoncule et de la fleur, mais se distinguent facilement par quelques-uns de ces caractères.

La tribu des Colchicées pourrait être caractérisée ainsi :

1. PÉDONCULE à trois zones de faisceaux ; zone interne renfermant 18 à 9 faisceaux, à section allongée ou ovale ; zone moyenne renfermant 6 faisceaux ; zone externe a ou un grand nombre de fascicules ou seulement 3.

2. FLEUR. Trace des pièces périanthaires = 3-5 faisceaux. Ovaire légèrement adhérent. 1 faisceau dorsal par carpelle, simple ou ramifié + 2 branches placentaires + 2 faisceaux internes par cloison. Ovules nombreux, horizontaux, anatropes ou subcampylotropes, portés par des placentas très proéminents. Carpelles presque libres entre eux.

Genre *MERENDERA* Ram.

1. Pédoncule dont la zone interne renferme 18 faisceaux à section allongée. Zone externe a un grand nombre de fascicules. Trace des pièces périanthaires = 3 faisceaux. 1 faisceau dorsal par carpelle. . . . . *M. Bulbocodium Ram.*

Genre *COLCHICUM* L.

1. Pédoncule dont la zone interne renferme 9 faisceaux à section ovale ; zone externe à 3 faisceaux seulement. Trace des pièces périanthaires = 5 faisceaux. 1 faisceau dorsal par carpelle, ramifié. . . . . *C. autumnale* L.

⁂

L'étude de la structure florale interne de la sous-famille des Colchicoïdées montre que les liens qui la rattachent à d'autres sous-familles des Liliacées sont beaucoup plus apparents que ceux qu'on peut tirer des caractères morphologiques *seuls*. En outre, parmi les genres qui constituent cette sous-famille, on trouve des termes de passage aux familles voisines, caractérisées par l'ovaire adhérent ; c'est, notamment, le genre *Veratrum* que nous avons classé dans la tribu des Vératrées. Cette tribu se rattache, comme on vient de le voir, à celle des Tofieldiées et Narthéciées. Par les caractères du pistil et de son système fasciculaire, les Vératrées se relient aux Colchicées qui, par la structure du pédoncule, se rapprochent des Liliées.

⁂

En résumé, la sous-famille des Colchicoïdées peut être caractérisée ainsi :

1. Pédoncule à 6-12 faisceaux réunis en un anneau ou en un triangle ou pédoncule à un grand nombre de faisceaux disposés en trois zones. La zone interne renferme 9-18 faisceaux, la zone moyenne six faisceaux.

2. Fleur. Trace de chaque pièce du périanthe 3 à 5 faisceaux. Système fasciculaire du pistil = 1 faisceau dorsal + 2 branches placentaires. Glandes septales rarement présentes. Ovaire plus ou moins adhérent. Ovules nombreux, horizontaux anatropes ou subcampylotropes ou dressés anatropes. Carpelles presque libres entre eux. Tissu conducteur peu différencié. Mâcles ou raphides d'oxalate dans les parois des carpelles.

CHAPITRE VI

COMPARAISON AVEC LES FAMILLES VOISINES

1° FAMILLE DES JONCACÉES

Chez les *Luzula* et les *Juncus* les fleurs sont entourées par des petites bractées scarieuses. Par ce caractère, elles se rapprochent des fleurs d'*Aphyllanthes*, de *Narthecium* et de *Tofieldia*, mais s'en distinguent cependant, par le fait qu'il n'existe pour ainsi dire pas d'entre-nœud entre les bractées et la fleur. Nous ne pouvons donc comparer la structure intime de la fleur qu'à partir du plan d'épanouissement de celle-ci qui se traduit, au point de vue anatomique, par le départ des faisceaux de l'axe floral dans les divers verticilles floraux. Chez les *Luzula*, ce dernier s'effectue comme chez les Liliacées à système fasciculaire simple. Le système fasciculaire du pistil est extrêmement simple et se réduit à un faisceau dorsal et une branche fasciculaire par loge. Les ovules sont dressés, un seul par loge, anatropes, munis d'une protubérance du côté de la chalaze.

Les *Juncus* présentent une grande ressemblance avec les Liliacées en ce qui concerne la distribution des faisceaux dans les deux périanthes et l'androcée, mais diffèrent par le système fasciculaire du pistil, qui est en étroite relation avec la structure de ce dernier. Comme on sait, ce genre diffère du genre *Luzula* et des Liliacées par l'ovaire à placentation pariétale. Son système fasciculaire diffère de celui des ovaires à placentation axile par l'absence des faisceaux dorsaux des carpelles.

Dans les deux genres, les tissus de la fleur sont presque entièrement cutinisés, fait que nous n'avons pas observé chez les Liliacées.

2e FAMILLE DES DIOSCORÉACÉES

Les deux genres étudiés, *Tamus* et *Dioscorea*, sont extrêmement voisins des Asparagées, notamment du genre *Asparagus*, par la structure du pédoncule. Par contre, la distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue d'une manière un peu différente de ce qu'on observe chez les Asparagées et les autres Liliacées, et c'est ce qui distingue les deux familles l'une de l'autre. En effet, chez les Dioscoréacées, les faisceaux staminaux sont confondus avec les faisceaux destinés au pistil et ne s'en dégagent qu'à une certaine hauteur de l'ovaire.

3e FAMILLE DES HÉMODORACÉES

Je n'ai pu me procurer qu'une espèce du genre *Liriope*, le *L. spicata* Lour.

Ce genre, très voisin des Liliacées par ses caractères morphologiques, l'est également par la structure du pédoncule et de la fleur.

Par la disposition du système fasciculaire, par le nombre et la forme des faisceaux qui le constituent, il se rapproche surtout du genre *Chlorophytum* classé dans la tribu des Asphodélées et qui renferme également des plantes à rhizome. Il s'en distingue, cependant, par le diamètre plus grand du pédoncule, par les dimensions plus considérables des faisceaux, le calibre et la disposition des vaisseaux, par la structure de l'épiderme et des stomates.

De plus, ces deux genres diffèrent par le nombre des faisceaux composant la *trace des sépales et des pétales*, constituée par *trois faisceaux* chez le *Chlorophytum* et par *un seul* faisceau chez le *Liriope*.

A l'inverse de ce qui existe chez les Liliacées, les faisceaux staminaux ne s'insèrent pas directement sur ceux du pédoncule, mais sur les faisceaux du périanthe ; ils sont, par conséquent, confondus avec ces derniers sur une certaine étendue.

On sait que les Hémodoracées renferment des genres qui possèdent trois à six étamines et un ovaire plus ou moins adhérent. Le genre *Liriope* à six étamines et à ovaire complètement libre serait donc un des plus voisins des Liliacées.

Cette considération concorde entièrement avec celle qui découle des caractères anatomiques du pédoncule et de la fleur.

D'après ces caractères, on peut considérer le genre *Liriope* comme un terme de passage entre les Hémodoracées et les Liliacées notamment le genre *Chlorophytum* de la tribu des Asphodélées.

4° FAMILLE DES AMARYLLIDACÉES

Par les caractères anatomiques du pédoncule, les plantes telles que : *Galanthus nivalis* L., *Narcissus poeticus* L., *N. Tazetta* L., *Zephyranthes candida* Herb., *Alstrœmia aurantiaca* Don., *A. psittacina* Lehm., *Vallota purpurea* Herb., *Pancratium maritimum* L., *Amaryllis lutea* L., *Hypoxis stellata* L. présentent une grande ressemblance avec les Liliacées.

Comme dans cette famille, le pédoncule renferme soit 6 faisceaux disposés en un cercle, soit un nombre plus élevé de faisceaux groupés en deux zones alternes, rarement trois. La région centrale est généralement plus large que chez les Liliacées. La gaine de petites cellules, si nette chez presque toutes les Liliacées, n'existe pas chez les Amaryllidacées étudiées ; par contre, chaque faisceau est entouré par deux ou trois assises de cellules beaucoup plus petites que celles des tissus avoisinants. Les faisceaux ont une forme très allongée radialement sur les coupes transversales ; les vaisseaux sont groupés en deux ou trois files radiales et n'enveloppent jamais le liber, dont la proportion est beaucoup plus élevée, par rapport aux vaisseaux, que chez les Liliacées.

Mais si, par la structure du pédoncule, les Amaryllidacées se rapprochent des Liliacées, elles s'en éloignent par le mode de distribution des faisceaux dans les pièces florales qui est en étroite relation avec la morphologie florale. Nous avons vu, en effet, que chez les Liliacées, ce sont les faisceaux du périanthe qui s'invidualisent les premiers, en commençant par ceux du périanthe externe, enfin les faisceaux staminaux et carpellaires partent presque simultanément. Chez les Amaryllidacées, au contraire, les branches placentaires s'individualisent en premier lieu ; de plus, les faisceaux des deux périanthes, ceux des étamines et les branches dorsales des carpelles restent confondus dans toute la hauteur du pistil et ne deviennent libres que tout à fait au sommet de ce dernier. Chez les genres tels que le *Narcissus*, on observe, en outre, la présence de faibles rameaux fasciculaires qui, tout d'abord confondus avec ceux du périanthe, s'en détachent et présentent l'orientation inverse. Ces faisceaux, comme l'a montré van Tieghem, vont à la couronne.

La forme des faisceaux constituant le système fasciculaire de la fleur des Amaryllidacées est en étroite relation avec l'organisation florale ; les faisceaux sont très riches en éléments libériens entourant presque complètement le bois.

5° FAMILLE DES IRIDACÉES

Comme la famille précédente, les Iridacées se rapprochent des Liliacées par la structure du pédoncule. Dans cette famille, les fleurs sont très brièvement pédonculées ou sessiles. Le système fasciculaire se compose, généralement, d'un grand nombre de faisceaux disposés en deux ou trois zônes. Le genre *Iris* se rapproche des Liliacées dont le système fasciculaire est le mieux différencié comme celui des Tulipées, Hémérocallidées, Colchicées, Yuccées, etc.

Dans le pédoncule de l'*Iris*, on observe également la présence d'une zone de tissu composée de petites cellules à parois très minces et qui fonctionne comme zone génératrice, au sein de laquelle se différencient, par un cloisonnement actif, des faisceaux destinés au périanthe.

Comme chez les Liliacées et les familles voisines, on constate la présence d'assise génératrice entre le bois et le liber ; c'est grâce à son fonctionnement que les faisceaux augmentent de dimensions.

Mais, si par la structure du pédoncule cette famille est voisine des Liliacées, il n'en est pas de même quant à la structure de la fleur. La distribution des faisceaux dans la fleur s'effectue comme chez les Amaryllidacées, mais d'une façon très différente des Liliacées. De plus, *il n'existe que trois faisceaux staminaux épisépales*. Ce caractère anatomique correspond au caractère morphologique distinctif de cette famille : on sait que chez les Iridacées il n'existe que trois étamines épisépales.

Par ce caractère, les Iridacées s'éloignent, non seulement des Liliacées, mais aussi des Amaryllidacées et se rapprochent, par contre, des Hémodoracées à ovaire infère et à trois étamines.

La trace des sépales et des pétales est reportée, comme chez les Amaryllidacées, au sommet de l'ovaire.

Les glandes septales n'existent, dans ces deux familles, qu'au sommet de l'ovaire.

CONCLUSIONS

Les résultats obtenus dans ce travail sont surtout relatifs à l'anatomie du pédoncule et de la fleur des Liliacées. L'étude comparée des caractères de ces parties, chez lesquelles on observe une constance remarquable, est ensuite appliquée à la classification de cette famille.

Les conclusions générales de ces recherches sont les suivantes :

I. — Pédoncule.

Le pédoncule floral des 97 espèces examinées, appartenant aux diverses tribus des Liliacées, présente certains caractères anatomiques dont la valeur est variable au point de vue systématique : les uns sont propres à la famille, les autres aux genres et aux espèces.

D'une manière générale, c'est dans le *tiers* supérieur du pédoncule que l'on trouve la plus grande constance dans la structure vasculaire. A ce niveau, que j'appelle « *caractéristique* », le nombre de faisceaux libéro-ligneux se fixe avant de produire tout le système fasciculaire de la fleur ; mais, bien entendu, il varie d'un genre à l'autre, depuis 2 comme chez le *Maianthemum* jusqu'à 45 à 60 comme chez certains *Tulipa*. Les faisceaux affectent, suivant les cas, un groupement constant pour la même espèce et variable d'une espèce à l'autre.

Dans presque toutes les Liliacées étudiées, le système fasciculaire est englobé dans une gaine de tissu cellulosique composé de petites cellules polyédriques, à parois minces ou plus ou moins épaissies, quelquefois lignifiées, généralement sans méats entre elles. Chez les Liliées, les Hémérocallidées, les Colchicées et les Yuccées, la partie soit interne, soit externe de cette gaine, fonctionne comme zone génératrice dans laquelle se différencient, par cloisonnement actif, de nouveaux faisceaux destinés aux pièces florales externes.

Les assises corticales se trouvent à la partie externe de cette gaine de petites cellules, sans qu'il y ait de péricycle ou d'endoderme différenciés. L'écorce et la gaine de petites cellules renferment très souvent, soit des cristaux d'oxalate de calcium, soit des cellules à huiles essentielles.

Enfin, un épiderme, plus ou moins cutinisé, plus ou moins papilleux, plus ou moins riche en stomates, limite extérieurement l'écorce. Les caractères tirés de l'épiderme, de la position des stomates par rapport aux cellules annexes et de leur forme peuvent s'ajouter aux caractères du système fasciculaire et servir au groupement naturel des genres ou des espèces.

La structure interne des faisceaux du pédoncule des Liliacées mérite une attention spéciale. Depuis que l'on étudie les Monocotylédones, on décrit les faisceaux comme présentant typiquement la forme d'un V ou d'un Y. Or, les faisceaux du pédoncule d'un grand nombre de Liliacées, et surtout des Asphodélées, présentent la même disposition que chez les Dicotylédones.

D'autres fois, comme par exemple dans le pédoncule du *Paris quadrifolia* et dans la plupart des Asparagoïdées, le bois est au contraire presque périphérique.

Le fait que les faisceaux du pédoncule augmentent de dimensions au niveau où les faisceaux de la fleur viennent s'y raccorder mérite une mention spéciale. En effet, à ce niveau, dans tous les pédoncules que j'ai étudiés, on observe des cloisonnements actifs dans les cellules situées entre le bois et le liber. C'est un véritable cambium donnant, d'une part les vaisseaux du bois et, d'autre part, les éléments du liber. Ces derniers sont presque toujours plus nombreux que les vaisseaux du bois, et ils se différencient avant ces derniers. La présence de cambium dans les faisceaux libéro-ligneux de la fleur a déjà été signalée chez les Gamopétales.

Les éléments libériens provenant de ce cloisonnement cambial, chez les Liliacées, sont disposés en rangées radiales très régulières.

La zone cambiale affecte presque toujours une disposition en demi-cercle, concave ou convexe, plus rarement en ligne droite. De pareils cloisonnements intrafasciculaires existent également dans les pédoncules des Amaryllidacées, des Iridacées, etc. D'ailleurs, chez les Monocotylédones, l'existence d'une assise génératrice a déjà été signalée par un certain nombre d'auteurs (1).

A côté de ces observations d'ordre général, l'étude du pédoncule floral des Liliacées permet de distinguer anatomiquement les genres de cette famille et les espèces d'un même genre. L'ensemble des principaux caractères permet, de plus, le groupement d'un certain nombre de genres en tribus et le groupement des tribus étudiées en cinq sous-familles principales, correspondant dans les grandes lignes à celles qui ont été établies par les systématiciens modernes. Les caractères sur lesquels on peut se baser pour la détermination anatomique des genres et des espèces sont les suivants :

1. Le nombre des faisceaux constituant le système fasciculaire du pédoncule.
2. Le groupement de ces faisceaux les uns par rapport aux autres.
3. Les dimensions transversales des faisceaux les unes par rapport aux autres.
4. La situation des faisceaux par rapport à la région centrale.
5. La forme des faisceaux, et la proportion entre les éléments ligneux et libériens.

A ces caractères principaux s'ajoutent ceux de l'écorce et de l'épiderme.

2. — Fleur.

La distribution des faisceaux du pédoncule dans les pièces florales s'effectue d'une manière assez uniforme dans la famille des Liliacées. Cette répartition va cependant en se compliquant lorsqu'on s'adresse aux tribus des Liliées, Hémérocallidées, Colchicées.

---

(1) Queva [20, 21], Bonnier [4, 5], Chauveaud [6, 7], Lignier [16], Dauphiné [8] et plus récemment Miss Agnes Arber [1] ont constaté la présence d'une assise génératrice dans les faisceaux de divers organes d'un grand nombre de Monocotylédones.

Yuccées et Paridées, dans lesquelles on trouve une haute organisation du système fasciculaire.

Les tribus des Scillées, des Alliées, des Asphodélées, etc. sont, par contre, les plus simples. Dans la sous-famille des Asparagoïdées, les tribus telles que les Asparagées, Polygonatées sont les moins compliquées, tandis que la tribu des Paridées se présente comme beaucoup plus élevée en organisation. D'une manière générale, dans les tribus à organisation florale simple, au niveau du réceptacle, les faisceaux du pédoncule s'anastomosent et forment un anneau libéro-ligneux duquel partent (si on considère la course des faisceaux de bas en haut) ou sur lequel s'insèrent (si on considère cette course de haut en bas), les faisceaux des pièces florales. Pour la commodité de la description, j'ai suivi la course des faisceaux de bas en haut. Ce sont d'abord les faisceaux extérieurs qui, au nombre de 1 à 3, se dirigent dans les sépales et les pétales. Le nombre de ces faisceaux allant aux pièces florales externes est absolument constant pour une espèce donnée et pour les espèces du même genre, défini par d'autres caractères. J'ai appelé ce groupe de faisceaux *trace des sépales et des pétales* et j'ai ajouté ce caractère, en raison de sa constance, aux autres caractères anatomiques de la fleur pouvant servir soit pour la distinction des genres et espèces, soit pour leur rapprochement en groupes d'ordre plus élevé.

Les entre-nœuds de la fleur chez les Liliacées sont si courts qu'à peine les faisceaux sépalaires détachés, on assiste au départ des faisceaux pétalaires.

Le départ des faisceaux staminaux et carpellaires s'effectue presque simultanément. Dans toutes les Liliacées étudiées, que l'on s'adresse aux corolles gamopétales ou aux corolles à divisions libres, *les faisceaux staminaux sont absolument indépendants des faisceaux des périanthes*. Ceci vient à l'appui des recherches de van Tieghem. Mais, chez les tribus hautement différenciées : Liliées, Hémérocallidées, Colchicées, Yuccées et Paridées, le système fasciculaire présente une spécialisation des faisceaux. On a vu, en effet, que les faisceaux des étamines et du pistil proviennent ici de ceux qui constituent la zone interne du pédoncule.

Le nombre, la disposition, la forme des faisceaux du pistil peuvent servir de bons caractères génériques.

Les faisceaux dorsaux des carpelles, notamment, possèdent une forme absolument constante pour un genre donné, variant faiblement d'une espèce à l'autre.

Les faisceaux placentaires présentent, à la base du pistil, le liber entourant complètement les vaisseaux. C'est seulement progressivement qu'une partie du liber disparaît du côté externe des faisceaux tandis qu'il se différencie en proportion considérable du côté interne. Ce n'est qu'au niveau de l'insertion des premiers ovules que les faisceaux placentaires présentent l'orientation inverse. Je n'ai pas étudié le développement et la différenciation des faisceaux floraux, recherches qui m'auraient entraîné hors du cadre que je me suis imposé.

A côté des caractères offerts par le système fasciculaire, qui est *le plus important*, il existe d'autres caractères anatomiques constants tels que :

La topographie générale du pistil, la présence ou l'absence de glandes septales et leur position, les caractères de l'épiderme qui les revêt, les caractères du tissu conducteur, la forme et l'insertion des ovules ; l'ensemble de ces caractères peut être d'un grand secours pour la distinction des espèces et pour leur rapprochement en genres.

En résumé, les caractères anatomiques de la fleur importants pour la taxinomie sont les suivants :

1. La trace des sépales et des pétales.
2. Le nombre et la répartition des faisceaux dans le pistil.
3. La forme des faisceaux dorsaux des carpelles.
4. La présence ou l'absence des glandes septales, leur disposition, leur plus ou moins grand degré de différenciation.
5. La forme des ovules et leur insertion.
6. Le tissu conducteur.
7. L'épiderme externe du pistil.

3. – Relations anatomiques entre les groupes.

A l'aide des caractères histologiques du pédoncule et de la fleur, il semble qu'on puisse non seulement distinguer les espèces et les classer en genres, mais encore résoudre la question de synonymie si compliquée chez certaines d'entre elles. L'ensemble de ces caractères pourrait peut-être aider à reconnaître si une plante recueillie dans une région dont la flore est incomplètement connue appartient ou non à une espèce nouvelle lorsque les caractères morphologiques laissent un certain doute.

Enfin, l'étude anatomique du pédoncule et de la fleur de 97 espèces, réparties en 49 genres m'a permis de constater que la distinction faite habituellement par certains systématiciens en sous-familles Lilioïdées, Asphodéloïdées, Asparagoïdées, Colchicoïdées et Dracénoïdées est tout à fait justifiee. En ce qui concerne le groupement des genres, des tribus et leurs places respectives, j'arrive parfois à d'autres résultats que ceux obtenus par l'étude de la morphologie extérieure. Et, d'ailleurs, les systématiciens ne sont pas toujours d'accord entre eux. J'ai signalé ces différences à propos de chaque genre et de chaque tribu.

Quoi qu'il en soit, on peut admettre que les Lilioïdées (fig. 60) constituent une sous-famille, à laquelle on peut rattacher les autres sous-familles. Parmi les Lilioïdées, nous avons mis au centre la tribu des Scillées qui se relient aux Urginées et aux Muscariées; cette dernière tribu, par le genre *Bellevalia*, se rattache aux Uropétalées qui, de leur côté, sont voisines des Scillées et, par l'*Uropetalum serotinum*, des Ornithogalées.

Les Ornithogalées, par le genre *Galtonia*, se relient aux Erythroniées par lesquelles on passe aux Liliées. Par l'*Allium nigrum*, les Alliées se relient aux Ornithogalées et sont voisines des Gagées et des Agapanthées. Des liens plus lointains rattachent le genre *Allium* au genre *Asphodelus*. Par ce dernier genre, il est possible de rattacher les Lilioïdées aux Asphodéloïdées.

Parmi les Asphodéloïdées, on trouve également des séries de caractères qui rejoignent les diverses tribus. La tribu des Funckiées se relie aux Asphodélées par le genre *Paradisia*; les Asphodélées, par le genre *Asphodelus*, sont voisines du genre *Aphyllanthes*, seul représentant européen de la tribu des Aphyllanthées. Ce genre et le genre *Asphodelus* présentent également des liens avec les Asparagées. La tribu des Funckiées se rapproche, d'une part, des Hémérocallidées et, d'autre part, des Uvulariées. Quant aux Hémérocallidées, elles se relient par beaucoup de caractères aux Liliées.

La sous-famille des Asparagoïdées se rattache par le genre *Asparagus* aux Asphodéloïdées.

Par l'*Asparagus acutifolius*, les Asparagées se relient aux Polygonatées; cette dernière tribu se rapproche, par le genre *Smilacina*, des Paridées. Par les caractères histologiques du pédoncule et la structure interne de la fleur, les Asparagoïdées sont très voisines des Asphodélées et des Dracénées, de sorte qu'il semble inutile de les détacher de la famille des Liliacées, comme l'ont fait quelques auteurs.

La sous-famille des Dracénoïdées se relie aux Asparagoïdées par le genre *Cordyline* et par le genre *Yucca* aux Hémérocallidées. Le genre *Dracæna* semble intermédiaire entre les genres *Cordyline* et *Yucca*.

La sous-famille des Colchicoïdées présente des liens étroits avec les Liliées auxquelles elle se rattache par les Colchicées. C'est dans cette sous-famille que l'on trouve des termes de passage vers les familles voisines des Liliacées, caractérisées par l'ovaire infère, notamment les Vératrées. Les caractères tirés de la structure interne du pédoncule et de la fleur ne permettent pas de séparer les Colchicoïdées des Liliacées et d'en faire une famille distincte.

Le tableau ci-après (fig. 60) montre les relations que l'on peut établir entre les diverses tribus des Liliacées et les familles voisines en se basant uniquement sur la structure interne du pédoncule et de la fleur.

Comme on peut s'en rendre compte en examinant ce tableau, chaque sous-famille forme un groupe bien homogène, ayant une tribu centrale. Dans plusieurs de ces tribus, il existe une espèce autour de laquelle les autres espèces vont rayonner, les unes allant vers les familles voisines caractérisées par l'ovaire infère, les autres allant vers les familles à ovaire supère.

Ces tribus sont les Scillées avec les diverses espèces de *Scilla* parmi les Lilioïdées, les Funckiées avec les espèces du genre *Funckia* parmi les Asphodéloïdées, les Asparagées avec les espèces du genre *Asparagus* parmi les Asparagoïdées, les Dracénées avec le *Dracæna* parmi les Dracénoïdées et les Colchicées avec le *Colchicum* parmi les Colchicoïdées. Il est intéressant de constater les passages qu'on peut établir en allant des Asparagoïdées vers les Asphodéloïdées, Dracénoïdées, Lilioïdées et Colchicoïdées en passant par les Asparagées, Cordylinées, Yuccées, Hémérocallidées, Liliées, Colchicées et les Vératrées, cette dernière tribu allant vers les Amaryllidées.

Des Asparagoïdées on passe aux Dioscoréacées par le genre *Asparagus*, des Asphodéloïdées aux Joncacées en passant par le

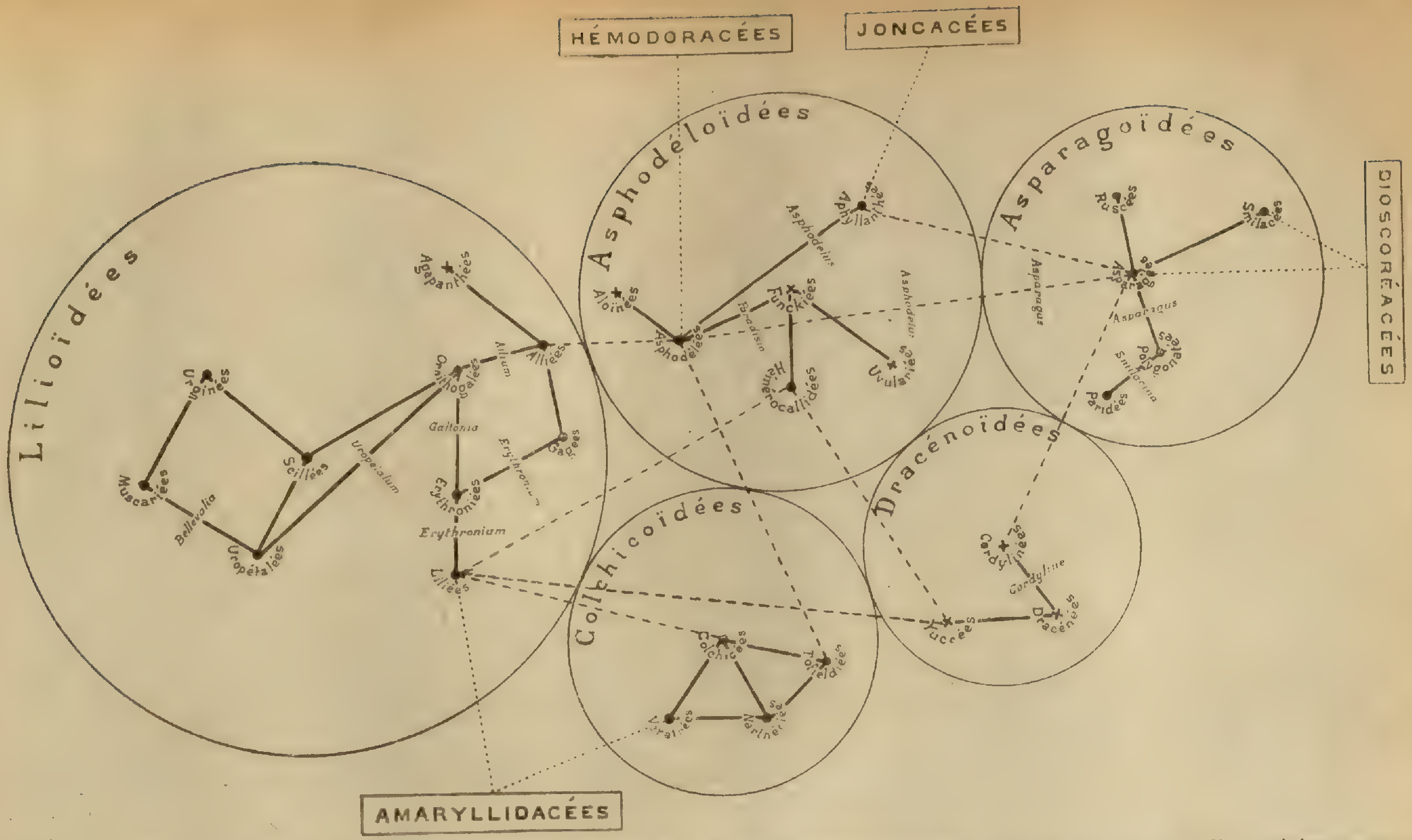

HÉMODORACÉES
JONCACÉES
DIOSCORÉACÉES
AMARYLLIDACÉES
Lilioïdées
Asphodéloïdées
Asparagoïdées
Dracénoïdées
Colchicoïdées
Agapanthées
Alliées
Allium
Ornithogalées
Urginées
Scillées
Muscariées
Bellevalia
Uropétalées
Uropetalum
Galtonia
Gagées
Erythronium
Erythroniées
Erythronium
Liliées
Aloïnées
Asphodélées
Asphodelus
Aphyllanthées
Funckiées
Paradisia
Hémérocallidées
Asphodelus
Uvulariées
Ruscées
Smilacées
Asparagées
Asparagus
Asparagus
Polygonatées
Smilacina
Paridées
Cordylinées
Cordyline
Dracénées
Yuccées
Colchicées
Tofieldiées
Vératrées
Narthéciées

Fig. 60. — Schéma montrant les relations qu'on peut établir entre les diverses tribus des Liliacées et les familles voisines en se basant sur les caractères anatomiques que présentent le pédoncule et la fleur. Les relations entre les tribus de la même sous-famille sont indiquées en traits pleins ; les traits interrompus montrent les liens qui unissent les sous-familles et les traits en pointillé ceux qui unissent les familles voisines. (Les petites croix désignent les tribus exotiques).

genre *Aphyllanthes* et aux Hémodoracées en passant par le genre *Chlorophytum* et le genre *Liriope*.

En dernière analyse, il se dégage de ce travail, forcément très incomplet, que les caractères histologiques tirés du pédoncule et de la fleur sont d'une grande importance au point de vue taxinomique. On peut donc les utiliser, au même titre que les autres caractères morphologiques externes ou internes, pour établir le groupement rationnel des diverses espèces d'un groupe et les relations de ce groupe avec les groupes voisins.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

[1] **Arber** (Agnes). — Further notes on intrafascicular cambium in monocotyledons (*Ann. of Botany*. Londres, 1918, **32**, pp. 87-89.

[2] **Beille** (L.). — Recherches sur le développement floral des Disciflores (*Thèse, Fac. Sc. Paris*, 1902).

[3] **Besser**. — Beitrag zur Entwickelungsgeschichte und vergleichenden Anatomie von Blüten und Fruchtstielen (*Dissert. inaug.* Leipzig, 1886).

[4] **Bonnier** (Gaston). — Influence de l'eau sur la structure des racines aériennes d'Orchidées (*C. R. Ac. Sc. Paris*, 1903, **137**, p. 505).

[5] **Bonnier** (Gaston). — Production accidentelle d'une assise génératrice intralibérienne dans les racines de Monocotylédones. (*C. R. Ac. Sc. Paris*, 1904, **138**, p. 1381).

[6] **Chauveaud** (G.). — L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution (*Ann. des Sc. nat. Bot.*, 1911, **XIII**, 9^e sér.).

[7] **Chauveaud** (G.). — Les Monocotylédones et les Dicotylédones possèdent le même type musculaire (*Bull. Soc. bot. France*, 1919, **66**, 4^e s., pp. 373-381.

[8] **Dauphiné** (A.). — Sur la valeur des formations libéro-ligneuses supplémentaires chez certaines Monocotylédones (*Ann. Sc. Nat. Bot.*, 1917, **XX**, 9^e sér., pp. 307-314).

[9] **Dennert**. — Die anatomische Metamorphose der Blütenstandaxen (*Bot. Hefte Marburg*, 1888, 2^e partie, pp. 129-216).

[10] **Gatin** (V. Mme). — Recherches anatomiques sur les variations du *Paris quadrifolia* L. (*Rev. gén. de Bot.* Paris, 1919, **XXXI**, n° 368, pp. 329-349 et n° 369, pp. 353-371).

[11] **Grelot** (P.). — Recherches sur le système libéro-ligneux floral des Gamopétales bicarpellées (*Thèse Fac. Sc.* Paris, 1898).

[12] **Henslow** (G.). — On the vascular Systems of Floral Organs, and their Importance in the Interpretation of the Morphology of Flowers (*Linn. Soc. Journ. Botany*, 1889, **XXVIII**, pp. 152-196).

[13] **Klein.** — Beiträge zur Anatomie der Inflorescenzaxen (*Inaug. Diss.* Berlin, 1886).

[14] **Laborie.** — Recherches sur la structure des axes floraux (*Thèse Fac. Sc.*, Paris, 1888).

[15] **Lecomte** (H.). — Les articulations florales (*Nouvelles Archives du Muséum*, Paris, 1910, **II,** 5e s., pp. 214-220. Masson et Cie, édit.).

[16] **Lignier** (O.). — Nouveau cas de cambium chez les Monocotylédones (*Assoc. franç. pour l'Avancement des sciences.* 1914, 43e sess. Le Havre, p. 487).

[17] **Marié** (P.). — Recherches sur la structure des Renonculacées (*Ann. Sc. Nat. Bot.* Paris, 1885, 6e s., **XX,** pp. 5-180).

[18] **Nanke.** — Vergleichende anatomische Untersuchungen über den Bau von Blüten und vegetativen Axen dicotyler Holzpflanzen (*Inaug. Dissert.* Königsberg, 1886).

[19] **Pitard** (J.). — Recherches sur l'anatomie comparée des pédicelles floraux et fructifères (*Thèse Fac. Sc.* Paris, 1899).

[20] **Queva** (C.). — Contributions à l'anatomie des Monocotylédones (*Mém. de l'Université de Lille*, 1899, **VII,** pp. 58, 147).

[21] **Queva** (C.). — Sur un accroissement secondaire chez les faisceaux primaires d'une plante Monocotylédonée (*Assoc. franç. pour l'Avancement des Sciences.* Saint-Etienne, 1897, pp. 286, 442).

[22] **Ricôme.** — Influence de la pesanteur et de la lumière sur l'organisation dorsi-ventrale des rameaux dans les inflorescences (*C. R. Ac. Sc.* Paris, 1898, **127,** p. 436).

[23] **Ricôme.** — Sur le polymorphisme des rameaux dans les inflorescences (*C. R. Ac. Sc.* Paris, 1897, **125,** p. 1046).

[24] **Van Tieghem** (Ph.). — Recherches sur la structure du pistil et sur l'anatomie comparée de la fleur (*Mémoires présentés par divers savants à l'Ac. des Sc.* Paris, 1875, XXI, 2e série, pp. 1-261).

[25] **Vidal** (L.). — Recherches sur le sommet de l'axe dans la fleur des Gamopétales (*Thèse Fac. Sc.* Paris, 1900).

CHRONIQUES ET NOUVELLES

L'Académie des Sciences de Paris a décerné les prix suivants pour l'année 1920 :

Prix Desmazières, à M. André MAUBLANC, ingénieur-agronome, chef de travaux du service des épiphyties, pour l'ensemble de ses travaux de cryptogamie. Une mention honorable est accordée à M. Pierre SÉE, pour son ouvrage intitulé : *Les maladies du papier.*

Prix de Coincy, à M. Lucien HAUMAN, professeur à la Faculté des Sciences de Buenos-Ayres, pour l'ensemble de ses travaux.

Prix Houllevigue, à M. François GAGNEPAIN, assistant au Muséum national d'Histoire naturelle, pour ses études de la flore d'Extrême-Orient.

Prix Saintour, à M. Paul BERTRAND, professeur de Botanique appliquée à la Faculté des Sciences de Lille, pour l'ensemble de ses travaux de paléophytologie.

⁂

M. Fernand MOREAU a été nommé Maître de conférences de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Nancy.

⁂

Le 7 novembre 1920 a eu lieu le jubilé du Professeur A. Go. NATHORST, à l'occasion de sa soixante-dixième année.

Ses nombreux collègues, élèves et amis de Suède et des autres pays lui ont envoyé une adresse exprimant leur admiration pour la grande œuvre qu'il a accomplie dans les domaines de la Paléobotanique, de la Géologie et de l'exploration polaire.

⁂

M. Guérin, Professeur-agrégé à la Faculté de Pharmacie, est nommé Professeur de Biologie végétale des plantes cultivées en France et aux colonies, à l'Institut national agronomique.

⁂

M. Molliard, Professeur de Physiologie végétale à la Faculté des Sciences de Paris, a été nommé Doyen de la Faculté.

⁂

La municipalité de Clermont-Ferrand a voté, dans sa séance du 22 octobre, le projet de la création d'un jardin botanique, l'ancien jardin botanique de Lecoq et de Lamotte ayant depuis longtemps disparu comme tel.

Les travaux doivent commencer incessamment. Un terrain d'un hectare et demi environ, entourant les bâtiments de l'Hôtel-Dieu, a été loué, à cet effet, aux hospices.

Cet emplacement n'est séparé que par la largeur d'une avenue de ce qui fut l'ancien jardin botanique, lequel ne constitue plus aujourd'hui qu'une promenade publique.

⁂

Le Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Clermont a reçu en don de M. l'Inspecteur des Forêts d'Alverny, qui avant d'occuper un poste à Strasbourg fut longtemps en fonction à Boën (Loire), un important herbier concernant particulièrement la Flore régionale.

Le même service a reçu également en don de la maison Vilmorin une collection de céréales comprenant les principales variétés cultivées des diverses espèces.

⁂

Le Musée d'Histoire naturelle dit *musée Lecoq*, légué à la Ville de Clermont-Ferrand par ce naturaliste, vient de rouvrir ses portes au public.

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

Notice sur Achille Müntz (avec un portrait), par M. L. **François** . . 5

Sur l'hétérœcie et la spécialisation du *Puccinia Caricis* Reb., par M. Jakob **Eriksson** 15

Sur la nocivité de quelques composés du magnésium à l'égard de diverses plantes, par M. Henri **Coupin**. 19, 78

Etudes d'hérédité sur la réversion d'une race de *Plantago major* (avec une figure dans le texte) par M. S. **Ikeno**. 49

Le capitule du *Marchantia polymorpha* expliqué par Leitgeb et ses disciples, par M. Ch. **Douin** 57

L'optimum lumineux pour le développement du *Stichococcus bacillaris*, par M. Marcel **Denis** 72

Sur le poids et les dimensions des graines arctiques, par M. A. Erling **Porsild** 97

Un *Jatropha* dioïque de Madagascar, par M. H. **Jumelle** 121

Influence des matières de réserve de l'albumen de la graine sur le développement de l'embryon (avec vingt-quatre figures dans le texte), par M. Achille **Urbain** 125, 165

Sur la présence d'une phycoérythrine dans le *Nostoc commune* (avec quatre figures dans le texte et deux planches dont une en couleurs), par M. Em. C. **Teodoresco** 145

Conditions thermiques du sol sous l'influence de la végétation locale, par MM. Edmond et André **Gain** 161

Etat actuel des recherches sur les phénomènes de la sexualité des Mucorinées (avec neuf figures dans le texte), par M. Boleslaw **Namyslowski** 193

Utilisation comparée de divers constituants de la membrane par le *Xylaria hypoxylon* L., par MM. C.-L. **Gatin** et M. **Molliard**. . 216

Esquisse sur la végétation d'un coin du Gévaudan granitique (avec une figure dans le texte) par M. W. **Russell**. . . . 226, 256

Biologie florale de quelques Ombellifères nord-africaines, par M. G. **Nicolas** 230

Contribution à l'étude de l'influence toxique des terpènes à l'égard de quelques végétaux supérieurs (avec deux figures dans le texte et deux planches), par MM. Antoine Nemec et François Stranak . 241

L'inulase du Topinambour, par M. H. Colin 247

Inversion de l'excentricité des branches produite expérimentalement (avec une figure dans le texte et deux planches), par M. Paul Jaccard 273

Nouvelles recherches sur la flore fossile des environs de Varennes (Puy-de-Dôme) (avec deux figures dans le texte et trois planches) par MM. Roland de la Vaulx et Pierre Marty, avec introduction de M. Ph. Glangeaud 282, 327, 351

Nouvelles observations sur les cultures expérimentales à diverses altitudes (avec quatre figures dans le texte et deux planches), par M. Gaston Bonnier. 305

Contribution à l'étude des fructifications du culm de Mouzeil (avec cinq figures dans le texte et deux planches), par M. A. Carpentier. 337

Recherches anatomiques sur le pédoncule et la fleur des Liliacées (avec soixante-trois figures dans le texte), par Mme V.-C. Gatin. 369, 460, 561

Les hybrides de *Raphanus* (avec trois figures dans le texte), par Mlle Y. Trouard Riolle 438

Recherches sur le rôle physiologique de la saponine, par M. Venceslas Moycho 449

Sur la biologie du *Goodyera repens* (L.) R. Br., par MM. Julien Costantin et Léon Dufour 529

Le développement du *Dothidella Ulmi* (Duv.) Winter (avec quatre planches), par M. Charles Killian. 534

Sur l'histoire du développement du *Peronospora Spinaciæ* (Grew.) Laub., par M. Jakob Eriksson, analysé par M. Et. Foex. . . . 552

TABLE DES NOTES BIBLIOGRAPHIQUES

Bonaparte, Prince R. Notes ptéridologiques 44

Chancerel, L. Les arbres : leur biologie, leur classification, leur culture 301

Coker. The *Hydnums* of North Carolina 236

Coker. *Craterellus, Cantharellus,* and related genera in North Carolina ; wirth a key to the genera of Gill Fungi. 236

De Toni, Giovanni Battista. Nuove osservazioni di teratologia fiorale nella *Digitalis purpurea* L. 91

Dufrénoy. Les conditions écologiques du développement des Champignons parasites 235

Dunean, S. Johnson. The fruit of the *Apuntia fulgida*, a study of perennation and proliferation in the fruits of certain Cactaceæ. . 46

Flora Batava. Fasc. 396, 399. 272

Flora Batava. Fasc. 400, 401. 303

Gain, Edmond. Précis de chimie agricole 45

Gardner, Lyon N. New pacific coast marine Algæ. II. 140

Gardner, Lyon N. New pacific coast marine Algæ. III. 140

Hasselbring. Effect of different oxygene pressures on the carbohydrate metabolism of the sweet potato 270

Hasselbring, H. and A. Hawkins. Carbohydrate transformations in sweet potatoes 91

Hawkins, A. Voir Hasselbring, H.

Hirotaro Hattori. Mikrobiologische Untersuchungen über einige Japanische Wasserleitungen. 94

Kidston, R. and W. H. Lang. On Old Red Sandstone plants showing structure, from the Rhynie chert bed, Aberdeenshire, Part. II . 271

Lang, W. H. Voir Kidston, R.

Malmanche, L. A. Contribution à l'étude anatomique des Eriocaulonacées et des familles voisines : Restiacées, Centrolépidacées, Xiridacées, Philydracées, Mayacacées. 46

Ottley, A. M. A contribution to the life history of *Impatiens Sultani* Hooker 140

Oudemans, C. A. J. A. Enumeratio systematica fungorum 44

Pfeiffer, E. The sporangia of *Thismia americana* 92

Ranoïevitch. Contribution à la flore mycologique des Basses-Alpes . 270

Sée, Pierre. La florule du papier (Thèse de doctorat, Paris, 1919) . 272

Sharp, L.-T. Voir Waynick, D.-D.

Waynick. D.-D. et L.-T. Sharp, Variability in soils and its significance to past and future soil investigations. II. 301

TABLE DES PLANCHES

CONTENUES DANS LE TOME TRENTE-DEUXIÈME

Planche 1. *Teintes d'extraits aqueux de* Nostoc commune.

Planche 2. *Spectres d'absorption de la phycoérythrine de* Nostoc commune.

Planche 3. *Plantes semées en plaine et en montagne* I.

Planche 4. *Plantes semées en plaine et en montagne* II.

Planche 5. *Empreintes du culm de Mouzeil* I.

Planche 6. *Empreintes du culm de Mouzeil* II.

Planche 7. *Grands rotateurs pour l'étude du géotropisme.*

Planche 8. *Influence de l'enroulement sur la structure des tiges.*

Planche 9. *Influence des terpènes sur la structure de la tige.*

Planche 10. *Influence des terpènes sur la structure de la racine.*

Planche 11. *Plantes fossiles de Varennes* I.

Planche 12. *Plantes fossiles de Varennes* II.

Planche 13. *Plantes fossiles de Varennes* III.

Planche 14. *Développement du* Peronospora Spinaciæ I.

Planche 15. *Développement du* Peronospora Spinaciæ II.

Planches 16 et 17. *Développement du* Dothidella Ulmi. I.

Planches 18 et 19. *Développement du* Dothidella Ulmi. II.

Portrait : *A. Müntz.*

TABLE DES ARTICLES ORIGINAUX

PAR NOMS D'AUTEURS

BONNIER (Gaston) Nouvelles observations sur les cultures expérimentales à diverses altitudes. 305

CARPENTIER (A.). Contribution à l'étude des fructifications du culm de Mouzeil 337

COLIN (H.). L'inulase du Topinambour 247

COSTANTIN (Julien) et DUFOUR (Léon). Sur la biologie du *Goodyera repens* (L.) R. Br. 529

COUPIN (Henri). Sur la nocivité de quelques composés du magnésium à l'égard de diverses plantes. 19, 78

DE LA VAULX (Roland) et MARTY (Pierre); introduction de M. Ph. GLANGEAUD. Nouvelles recherches sur la flore fossile des environs de Varennes (Puy-de-Dôme) 282, 327, 351

DENIS (Marcel). L'optimum lumineux pour le développement du *Stichococcus bacillaris* 72

DOUIN (Ch.). Le capitule du *Marchantia polymorpha* expliqué par Leitgeb et ses disciples 57

DUFOUR (Léon). Voir COSTANTIN (Julien).

ERIKSSON (Jakob). Sur l'hétérœcie et la spécialisation du *Puccinia Caricis* Reb. 15

FOEX (Et.). Sur l'histoire du développement du *Peronospora Spinaciæ* (Grew.) Laub., par M. Jakob ERIKSSON. (analyse) 552

FRANÇOIS (L.). Notice sur Achille Müntz 5

GAIN (André). Voir GAIN (Edmond).

GAIN (Edmond) et GAIN (André). Conditions thermiques du sol sous l'influence de la végétation locale 161

GATIN (C.-L.) et MOLLIARD (M.). Utilisation comparée de divers constituants de la membrane par le *Xylaria hypoxylon* L. 216

GATIN (M^{me} V.-C.). Recherches anatomiques sur le pédoncule et la fleur des Liliacées. 369, 460, 561

GLANGEAUD (Ph.). Voir DE LA VAUX (Roland) et MARTY (Pierre).

IKENO (S.). Etudes d'hérédité sur la réversion d'une race de *Plantago major*. 49

Jaccard (Paul). Inversion de l'excentricité des branches produites expérimentalement. 273

Jumelle. (H.). Un *Jatropha* dioïque de Madagascar 121

Killian (Charles). Le développement du *Dothidella Ulmi* (Duv.) Winter. 534

Marty (Pierre). Voir De la Vaulx (Roland).

Molliard (M.). Voir Gatin (C.-L.).

Moycho (Venceslas). Recherches sur le rôle physiologique de la saponine 449

Namyslowski (Boleslaw). Etat actuel des recherches sur les phénomènes de la sexualité des Mucorinées 193

Némec (Antoine) et Stranak (François). Contribution à l'étude de l'influence toxique des terpènes à l'égard de quelques végétaux supérieurs 241

Nicolas (G.). Biologie florale de quelques Ombellifères nord-africaines. 230

Porsild (A. Erling). Sur le poids et les dimensions des graines arctiques 97

Russell (W.). Esquisse sur la végétation d'un coin du Gévaudan granitique 226, 256

Stranak (François). Voir Némec (Antoine).

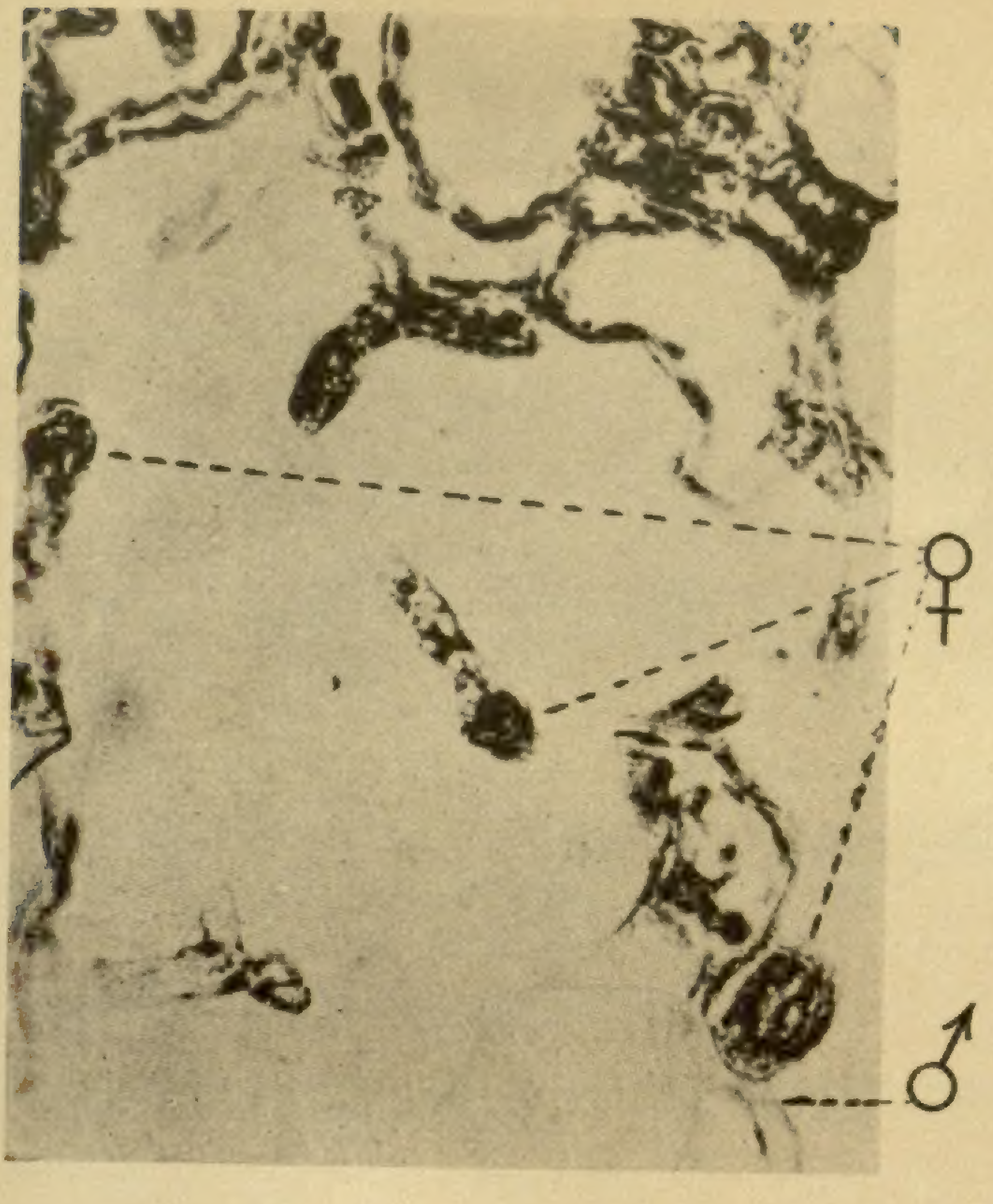
Téodoresco (Em. C.). Sur la présence d'une phycoérythrine dans le *Nostoc commune* 145

Trouard Riolle (M^{lle} Y.). Les hybrides de *Raphanus* 438

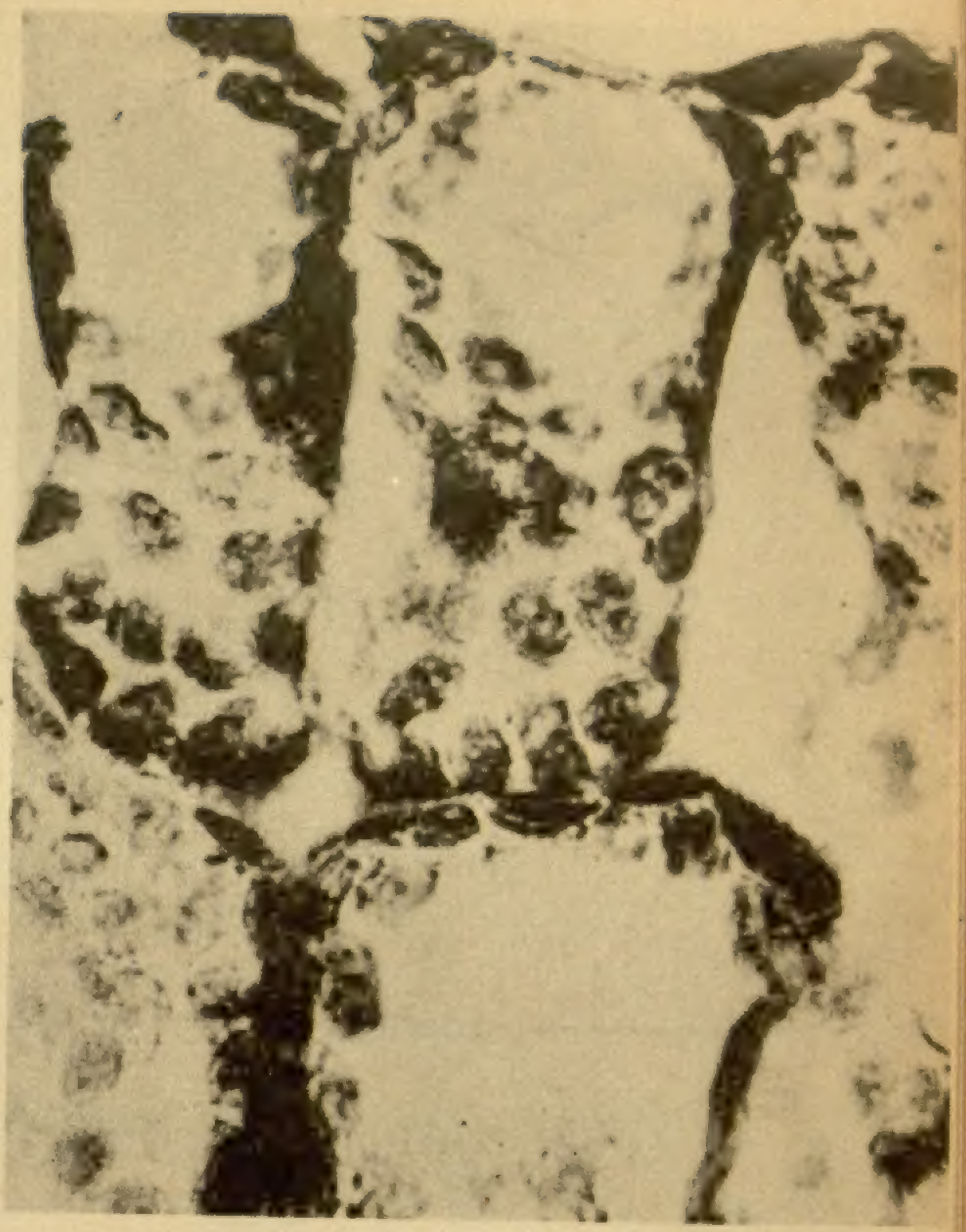
Urbain (Achille). Influence des matières de réserve de l'albumen de la graine sur le développement de l'embryon. 125, 165

Nemours.— Imp. Henri Bouloy. *Le Gérant :* Henri Bouloy

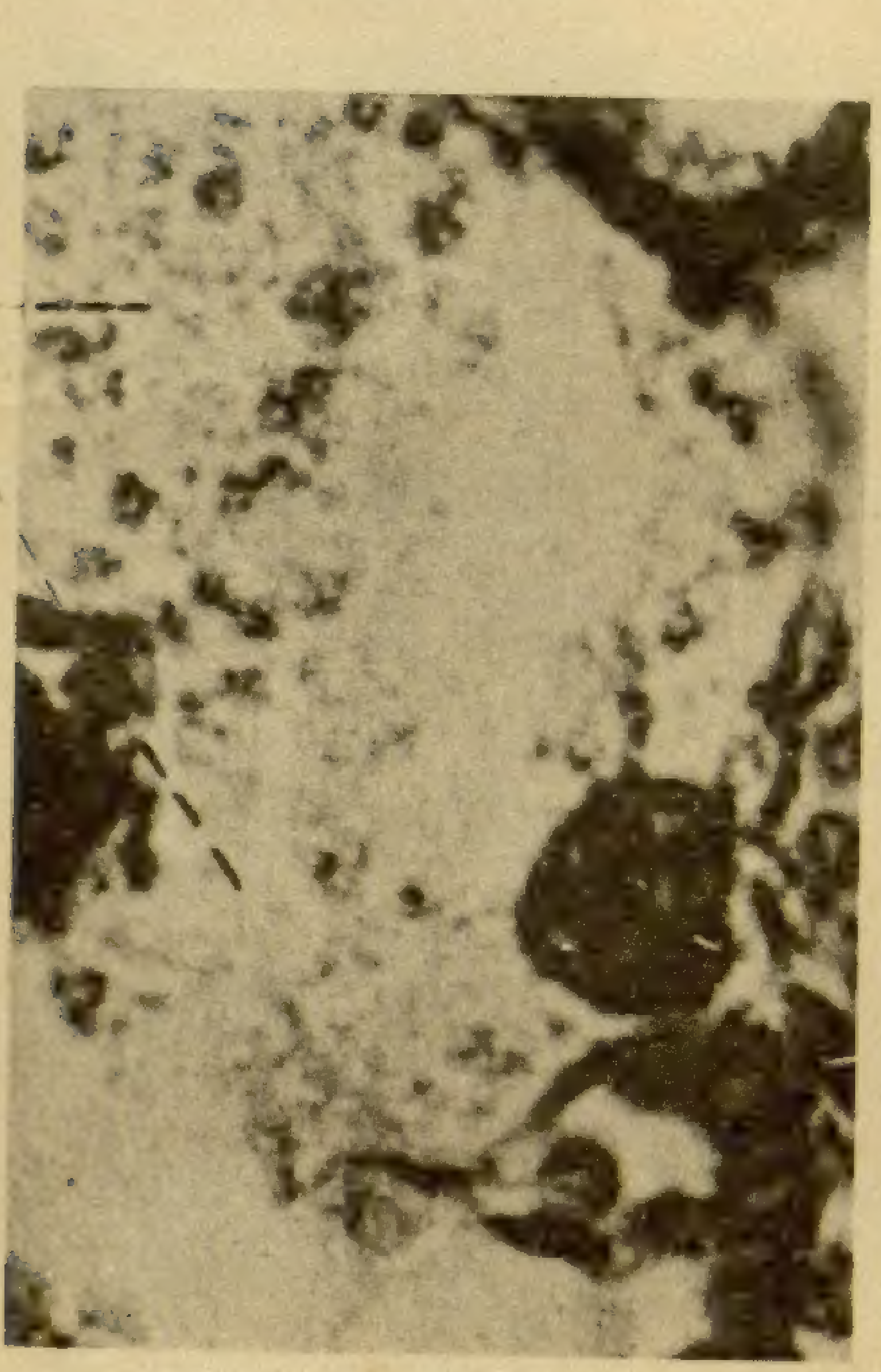
8

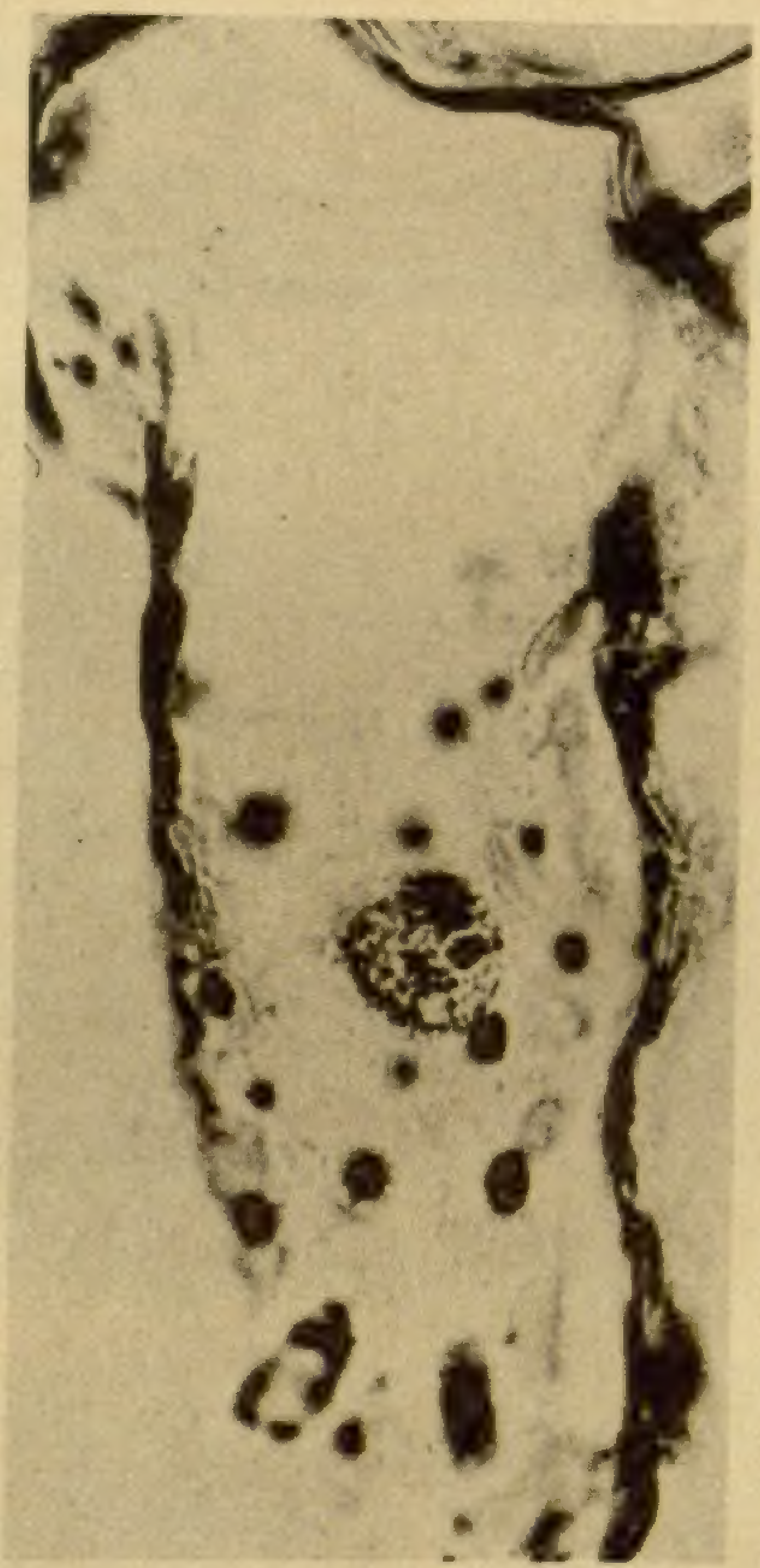


1

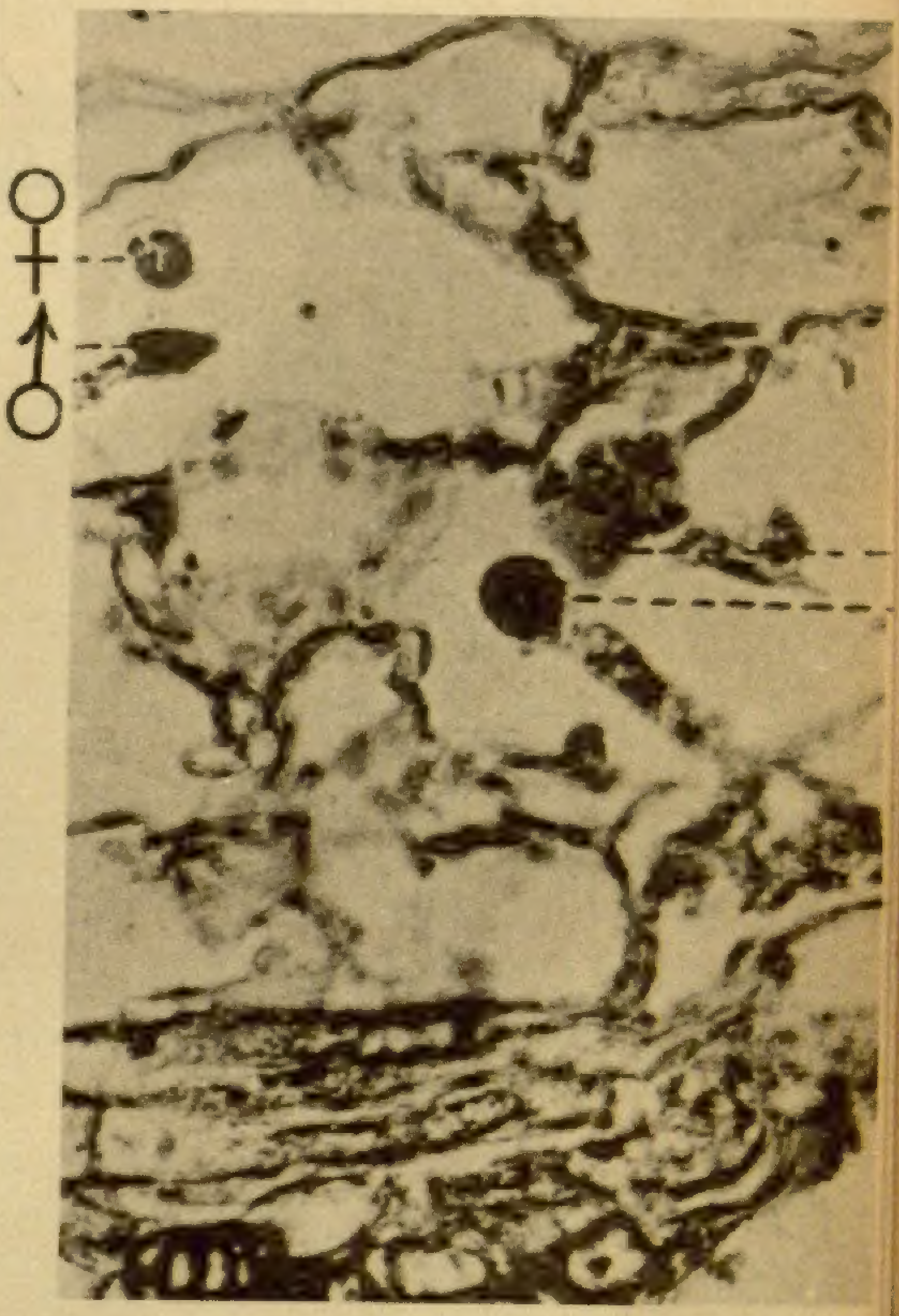


3



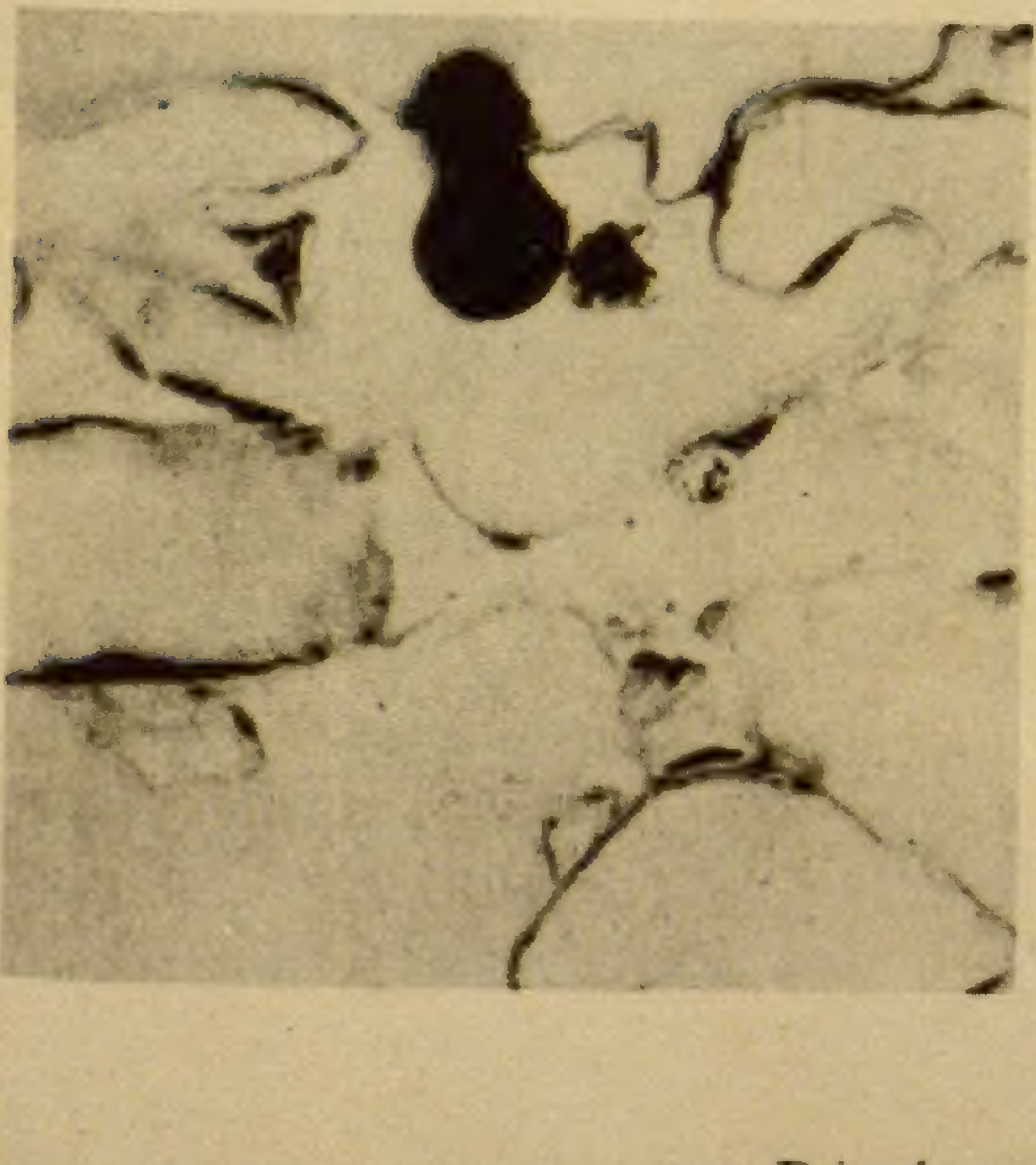


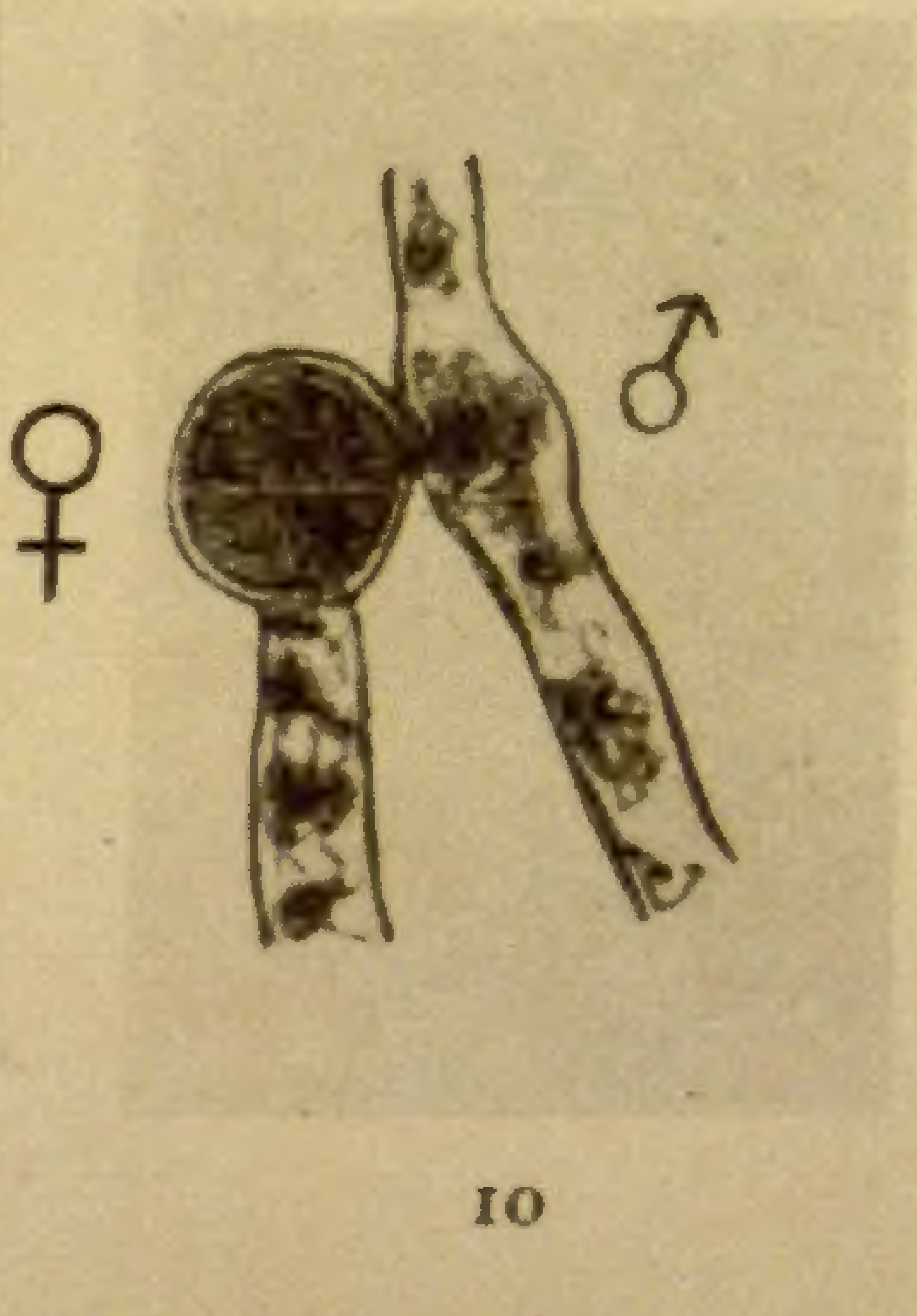
5



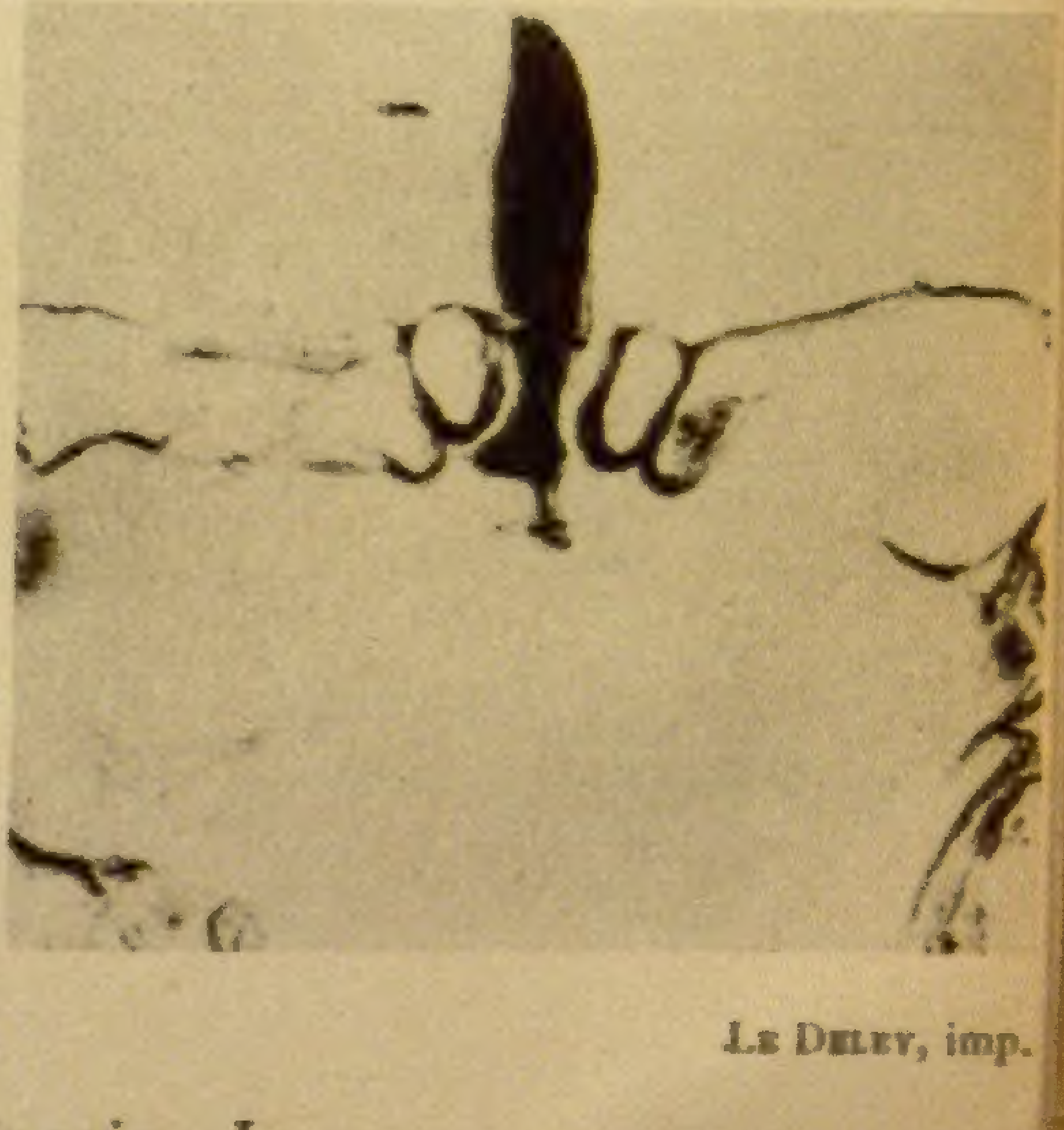
9

11



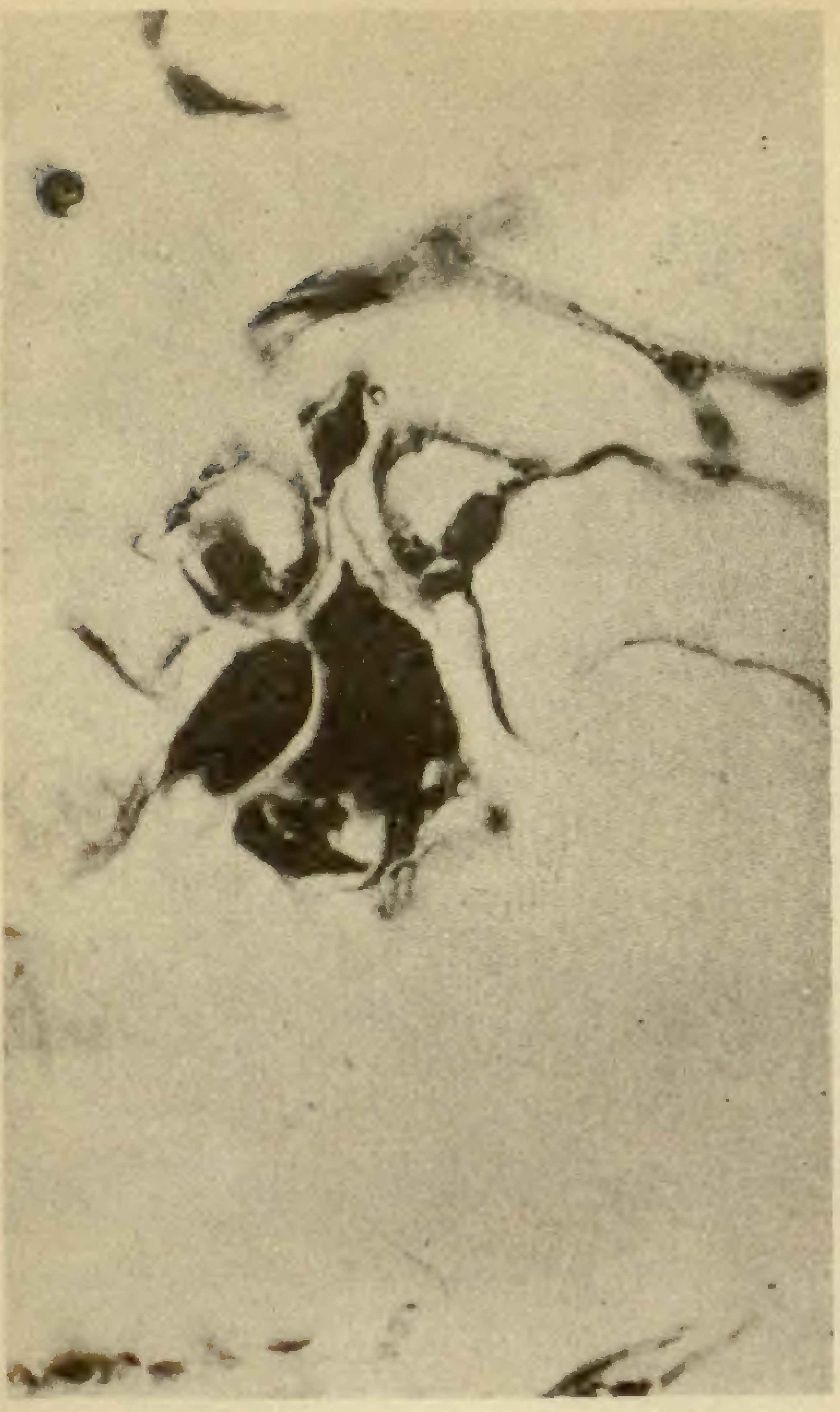


10

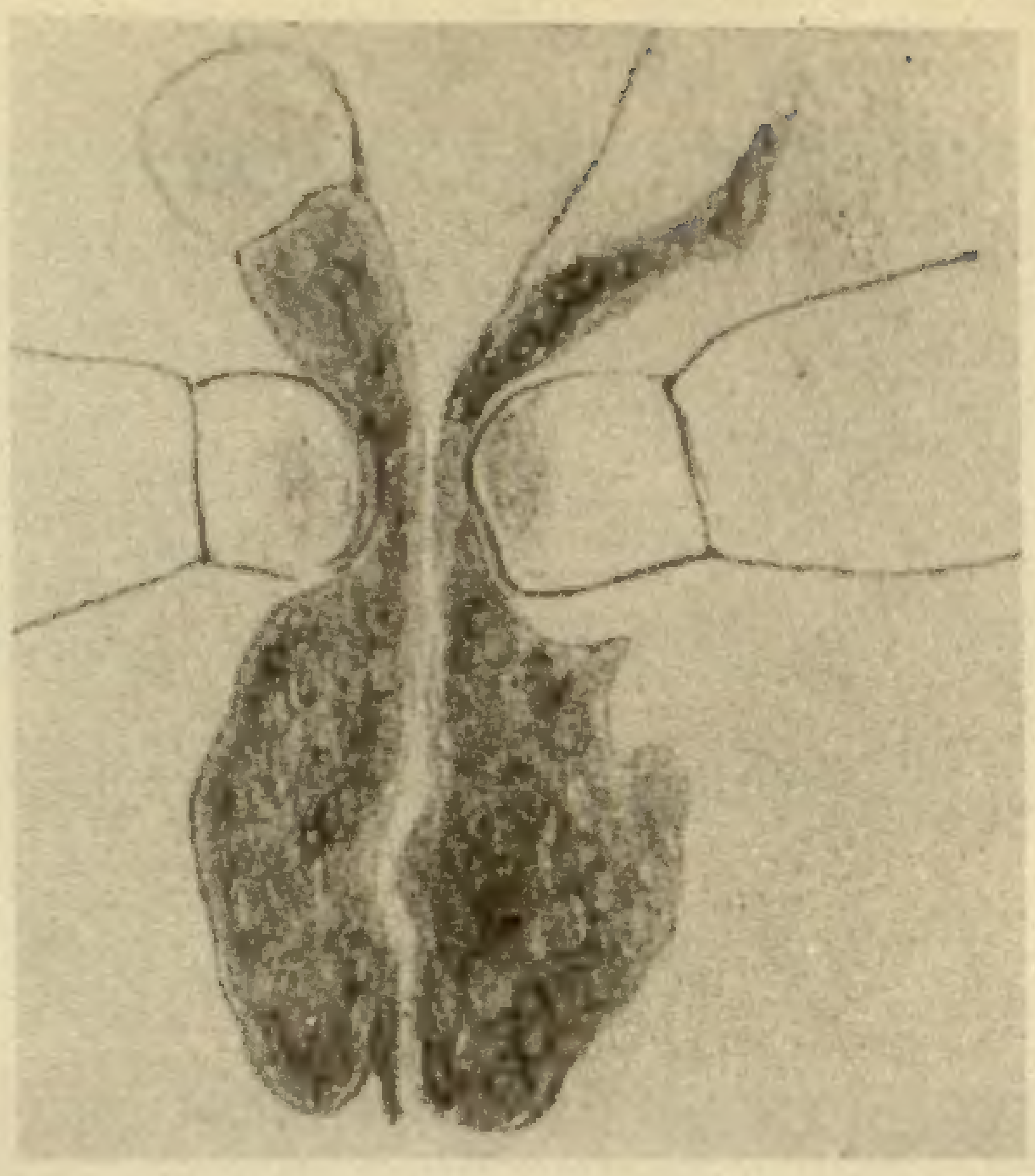


Le Deley, imp.

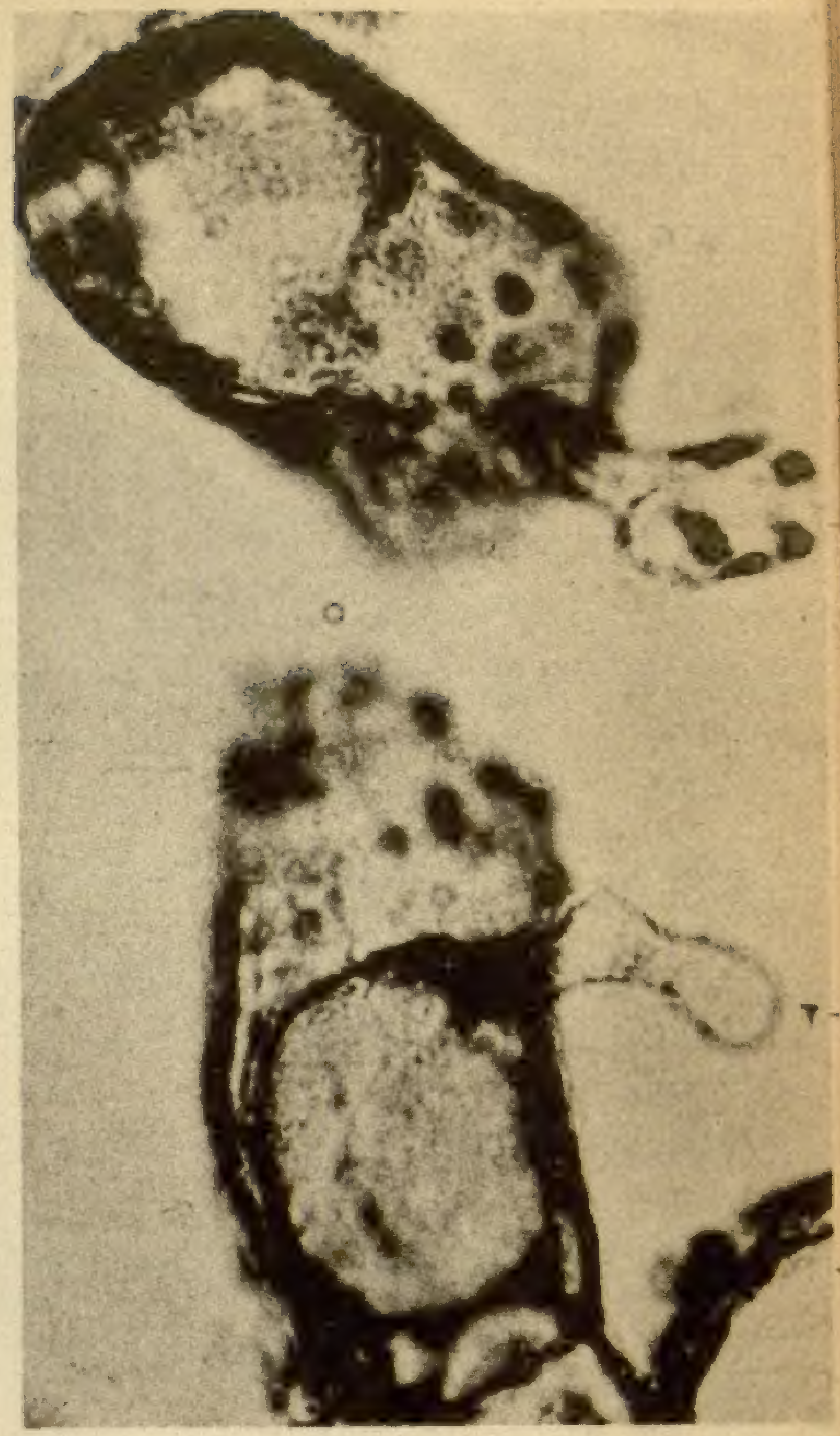
Développement du Peronospora Spinaciæ. I.



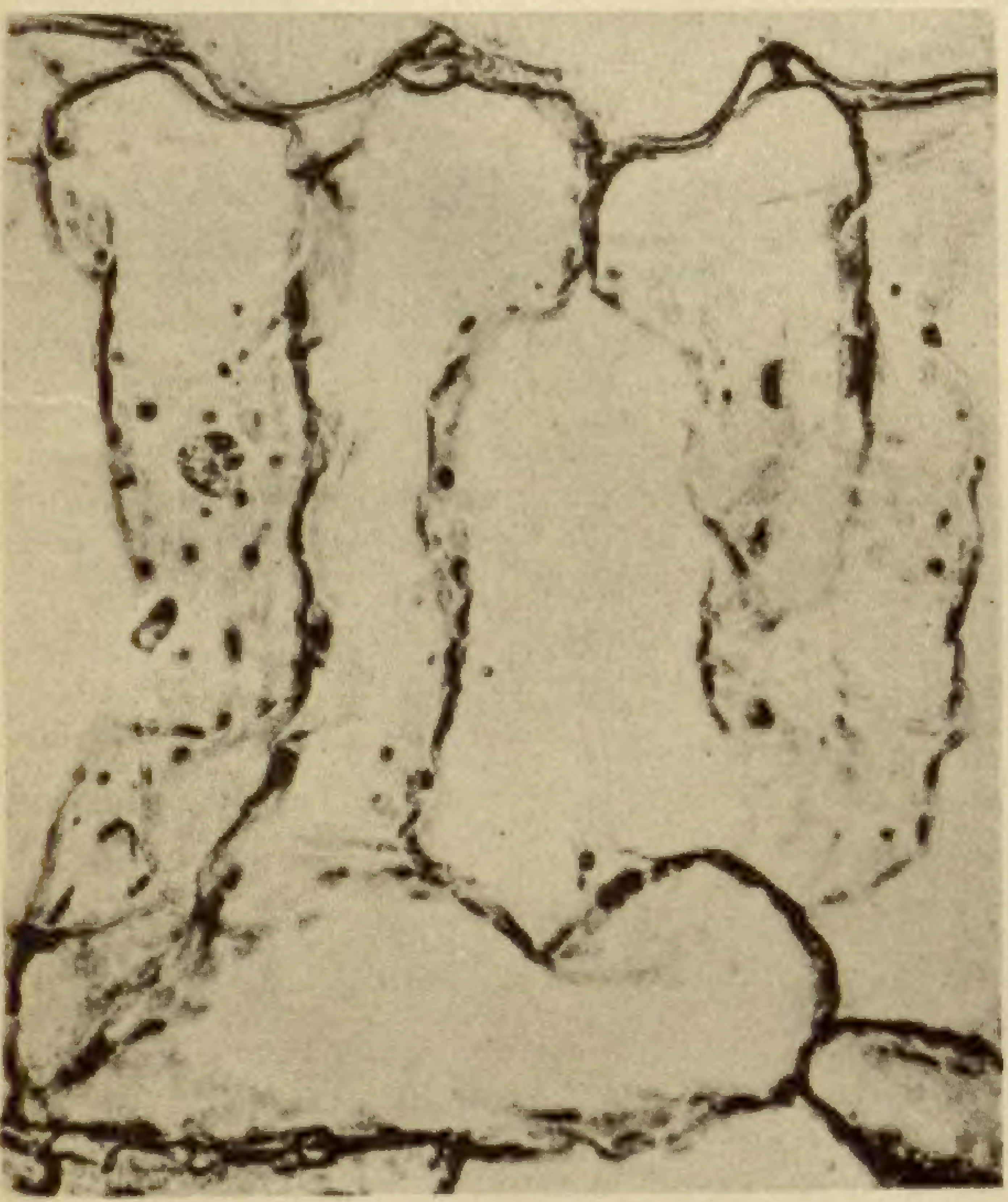
13



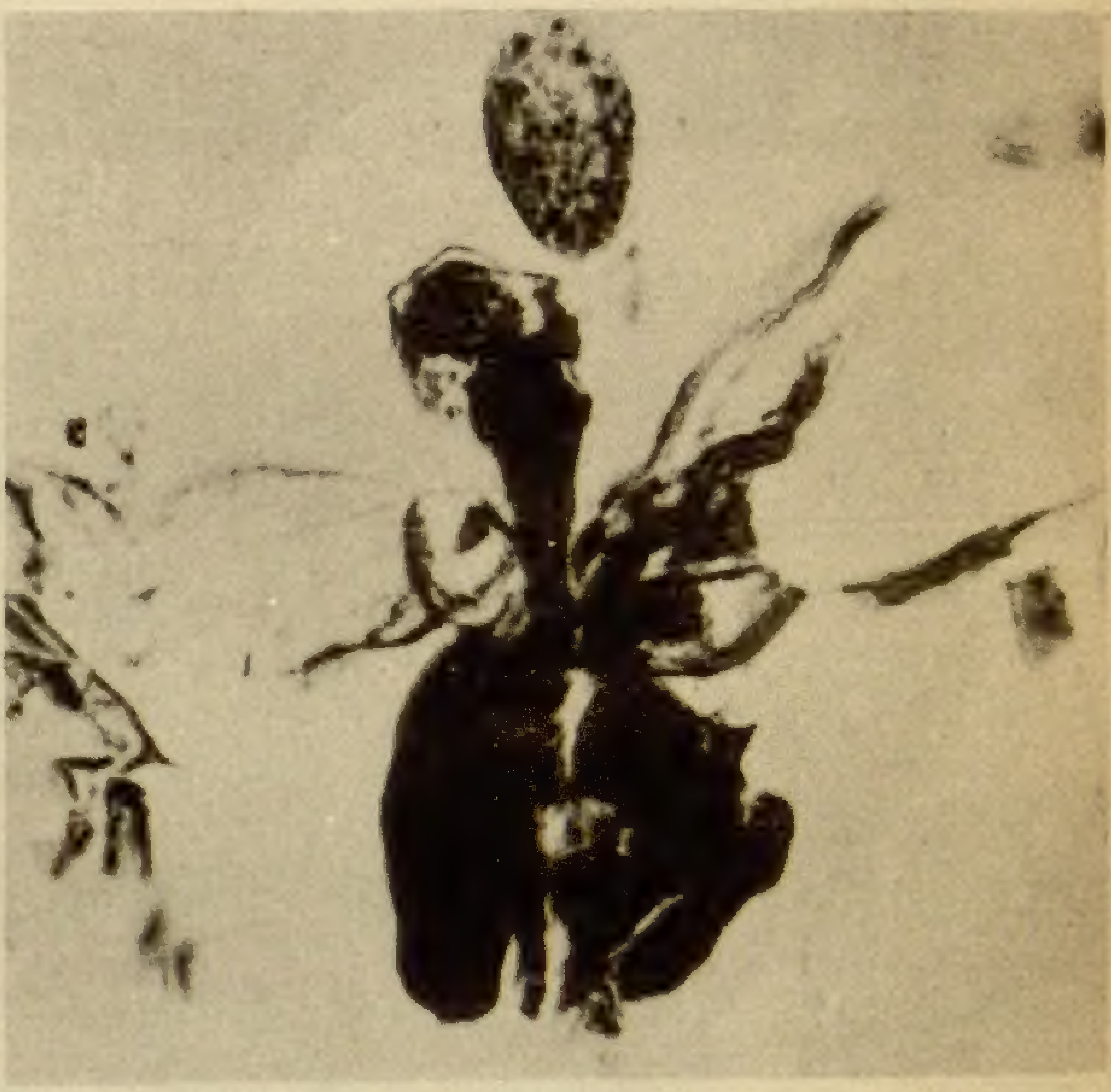
15



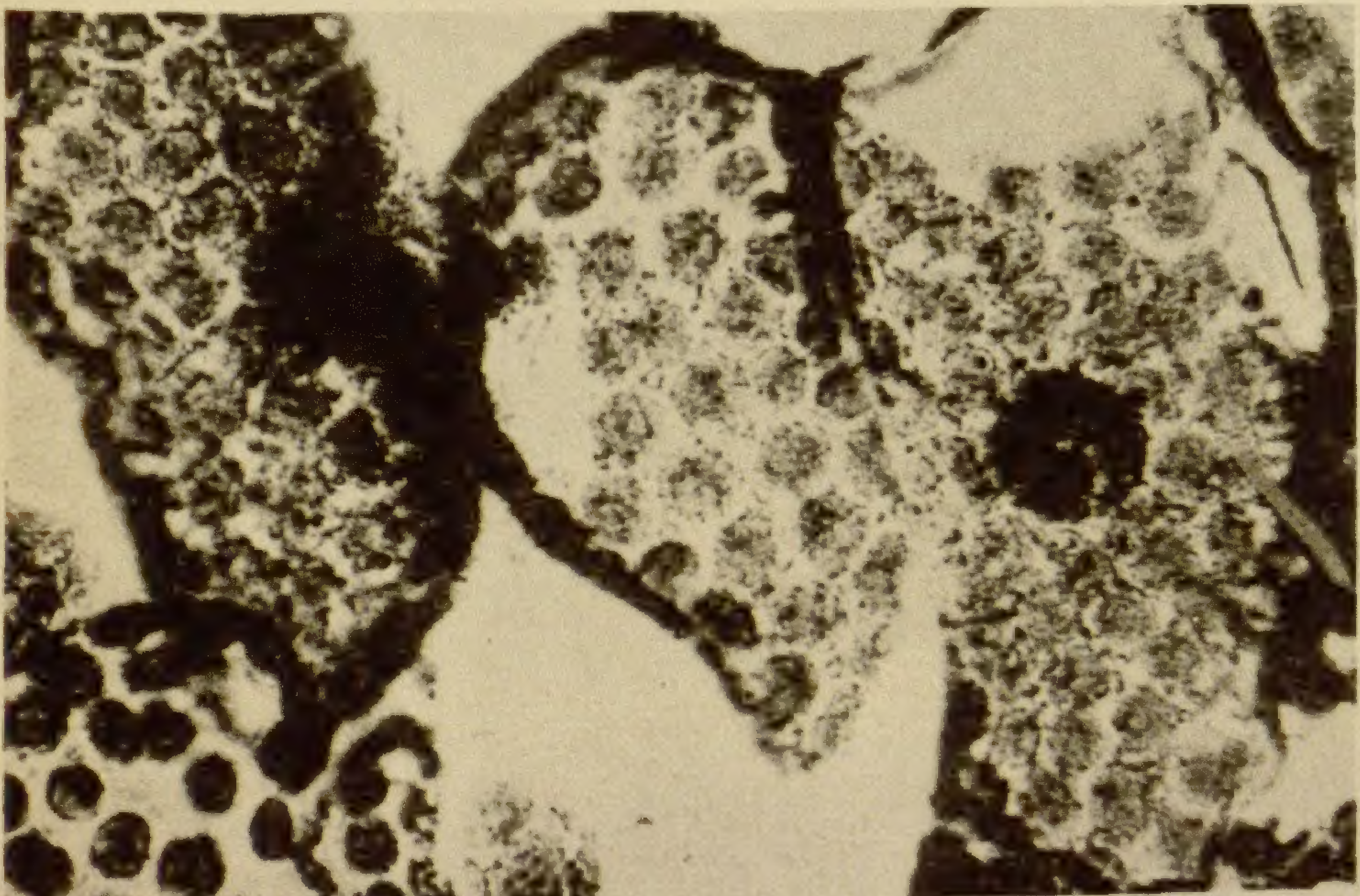
6



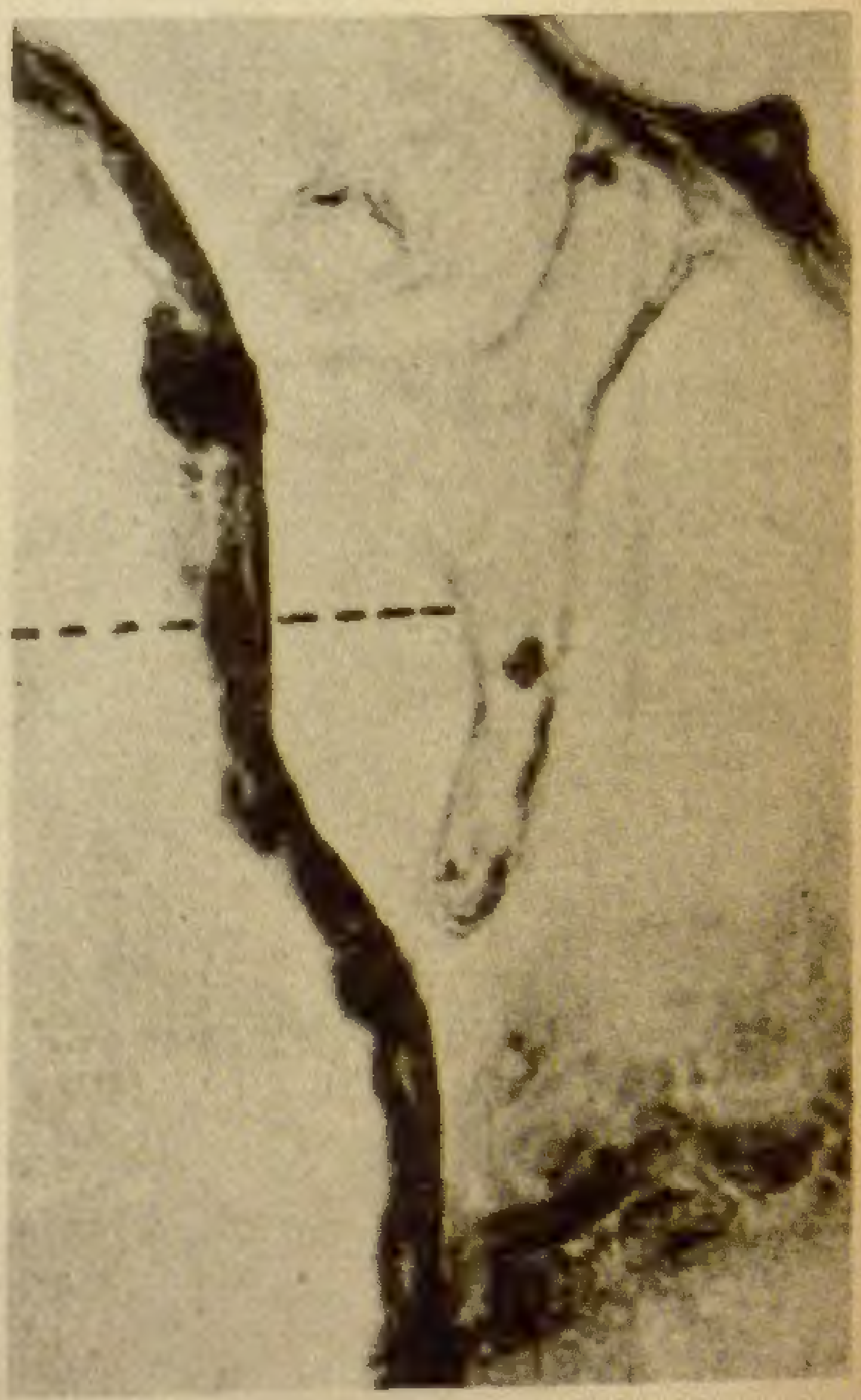
4



14



2



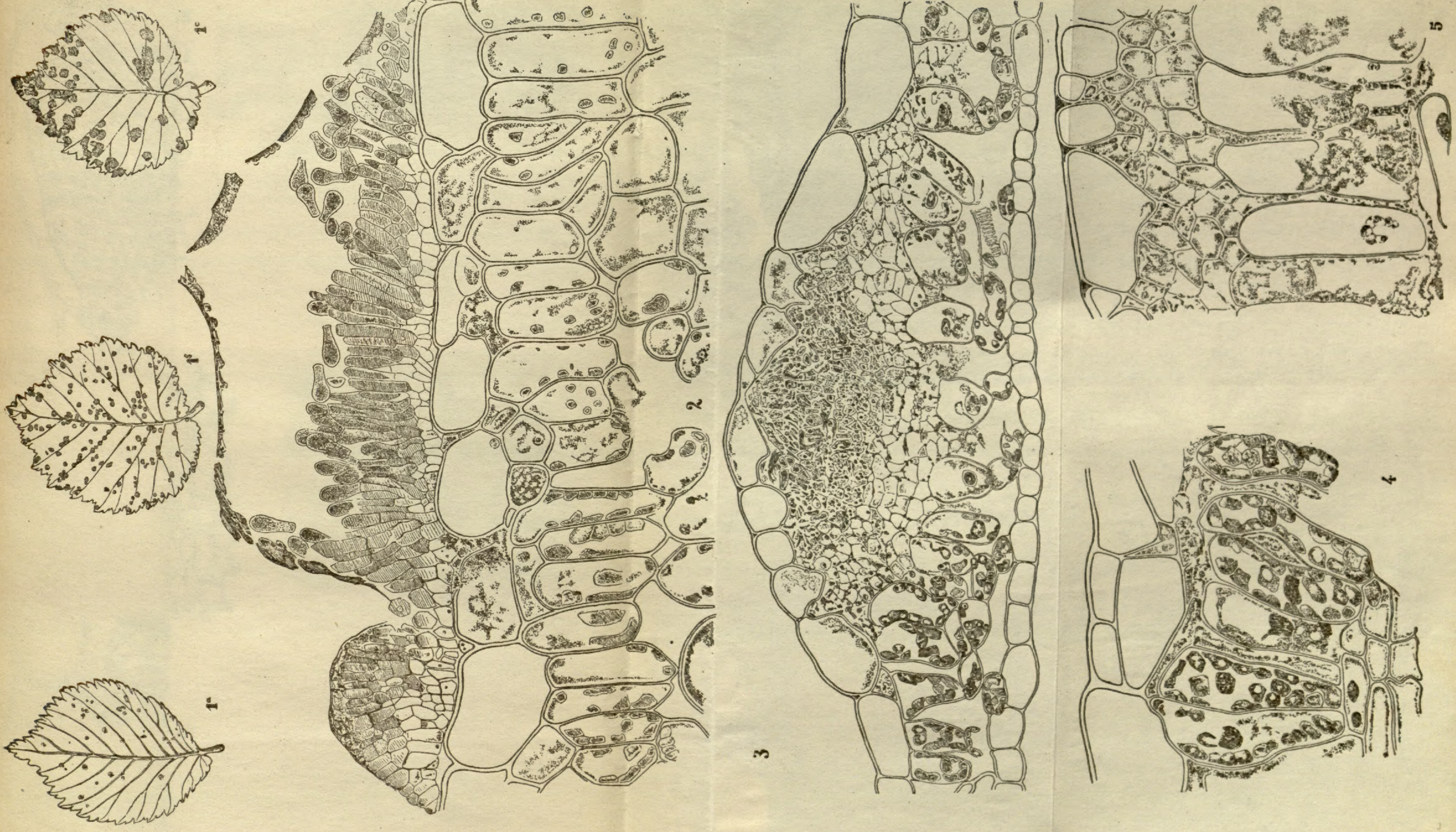
7

Le Deley, imp.

Développement du Peronospora Spinaciæ. II.

Revue Générale de Botanique

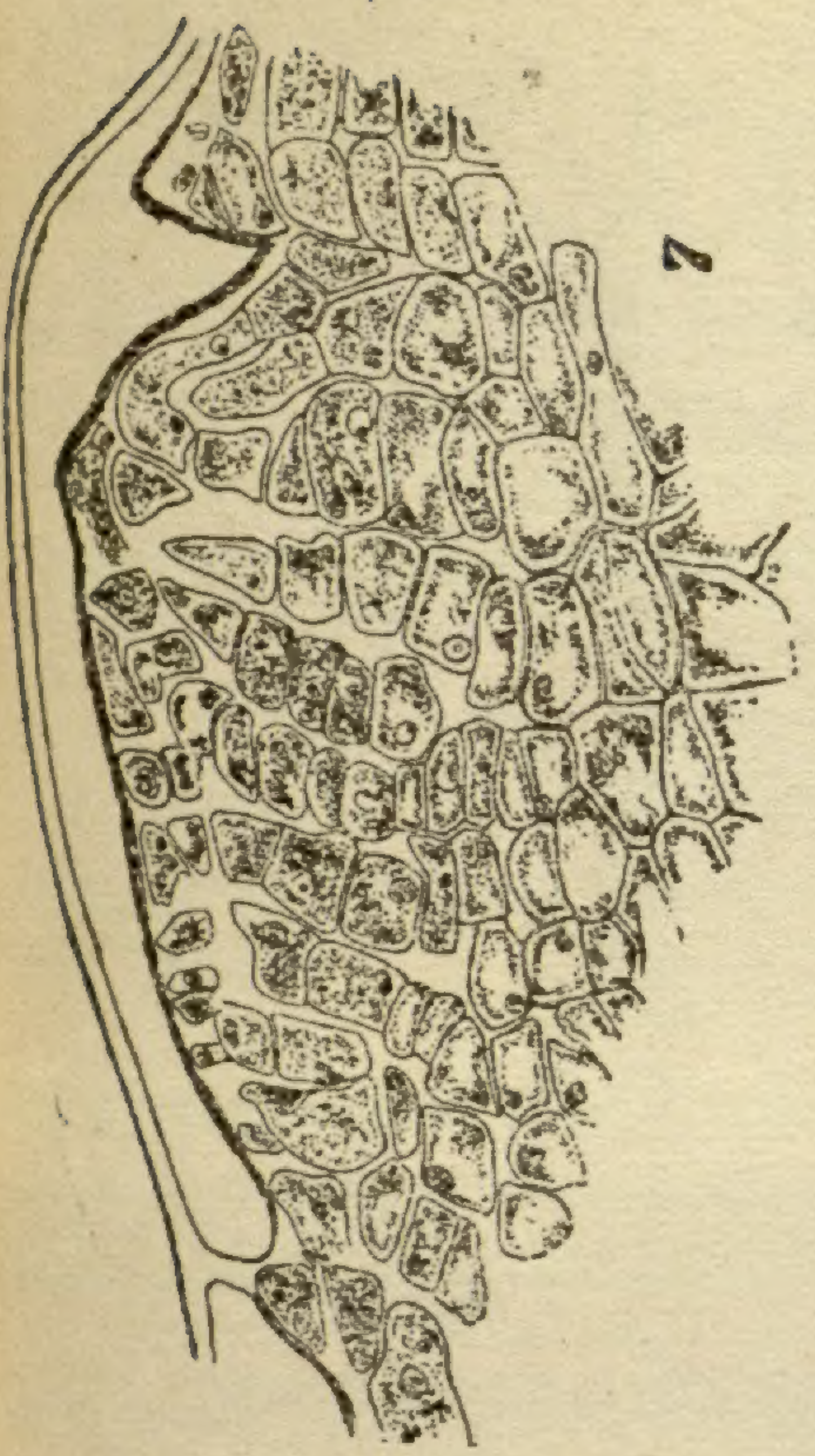
Tome 32. Planches 16 et 17.

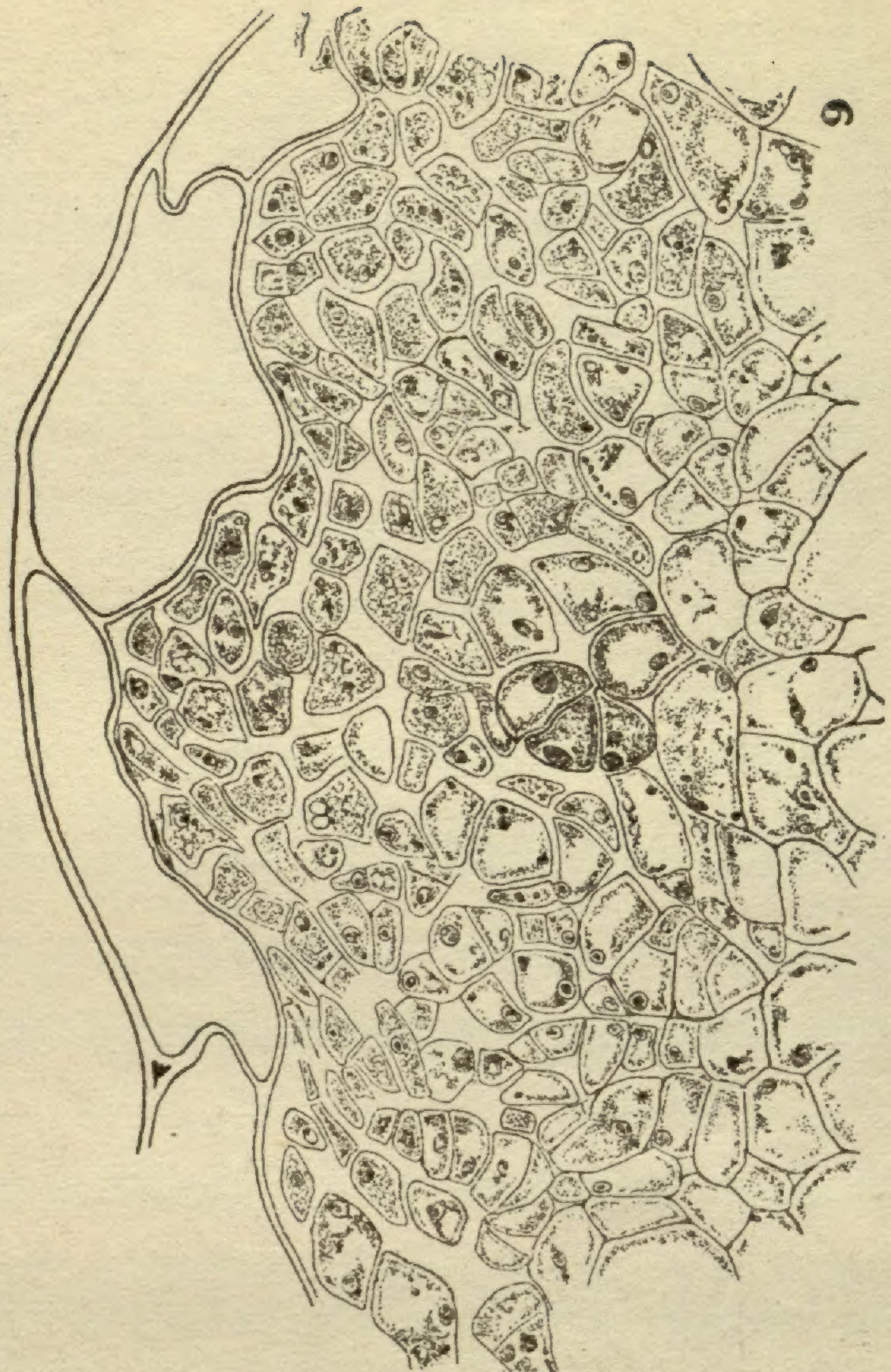

1c
1b
1a
2
3
4
5

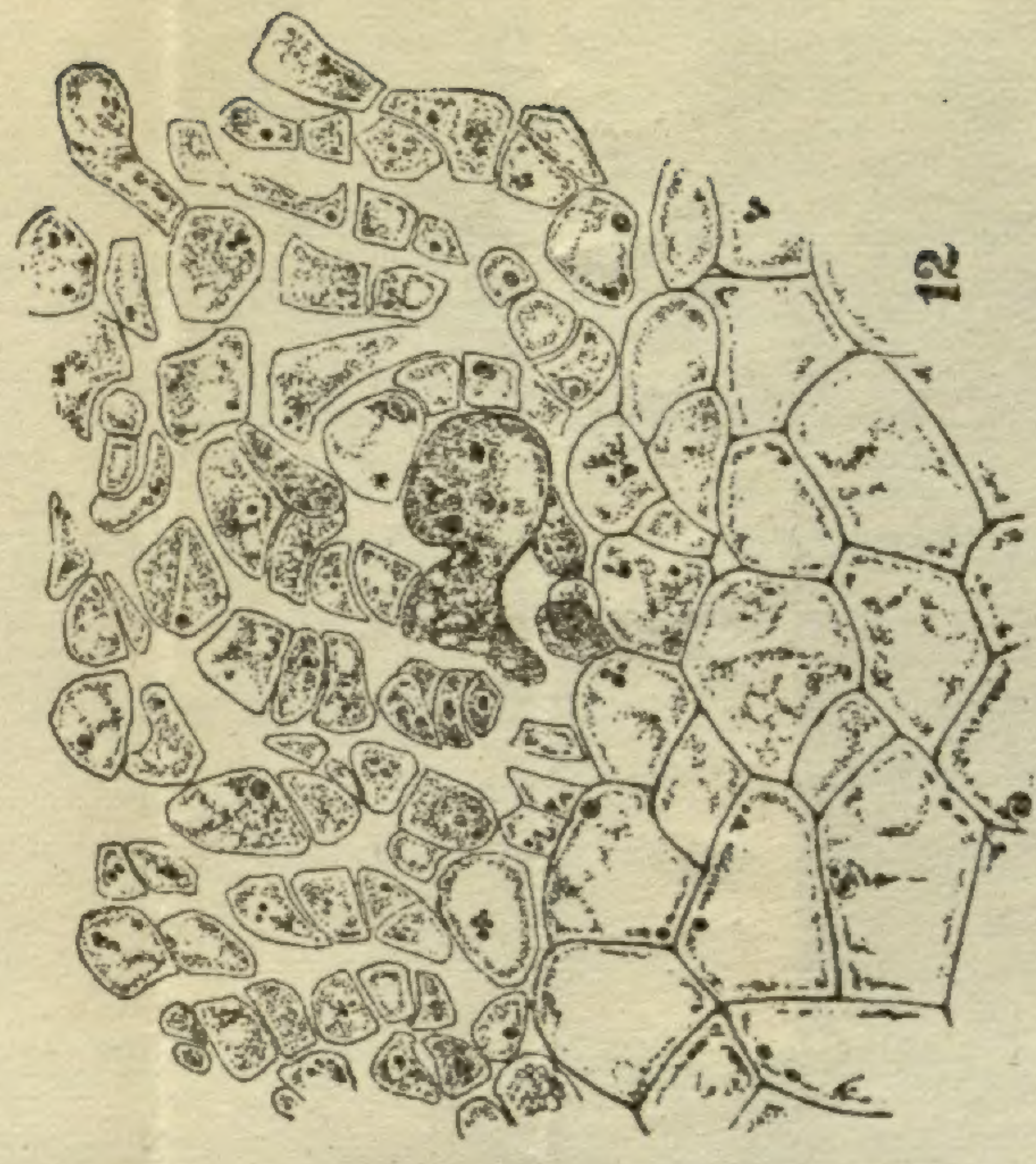
KILLIAN, del.

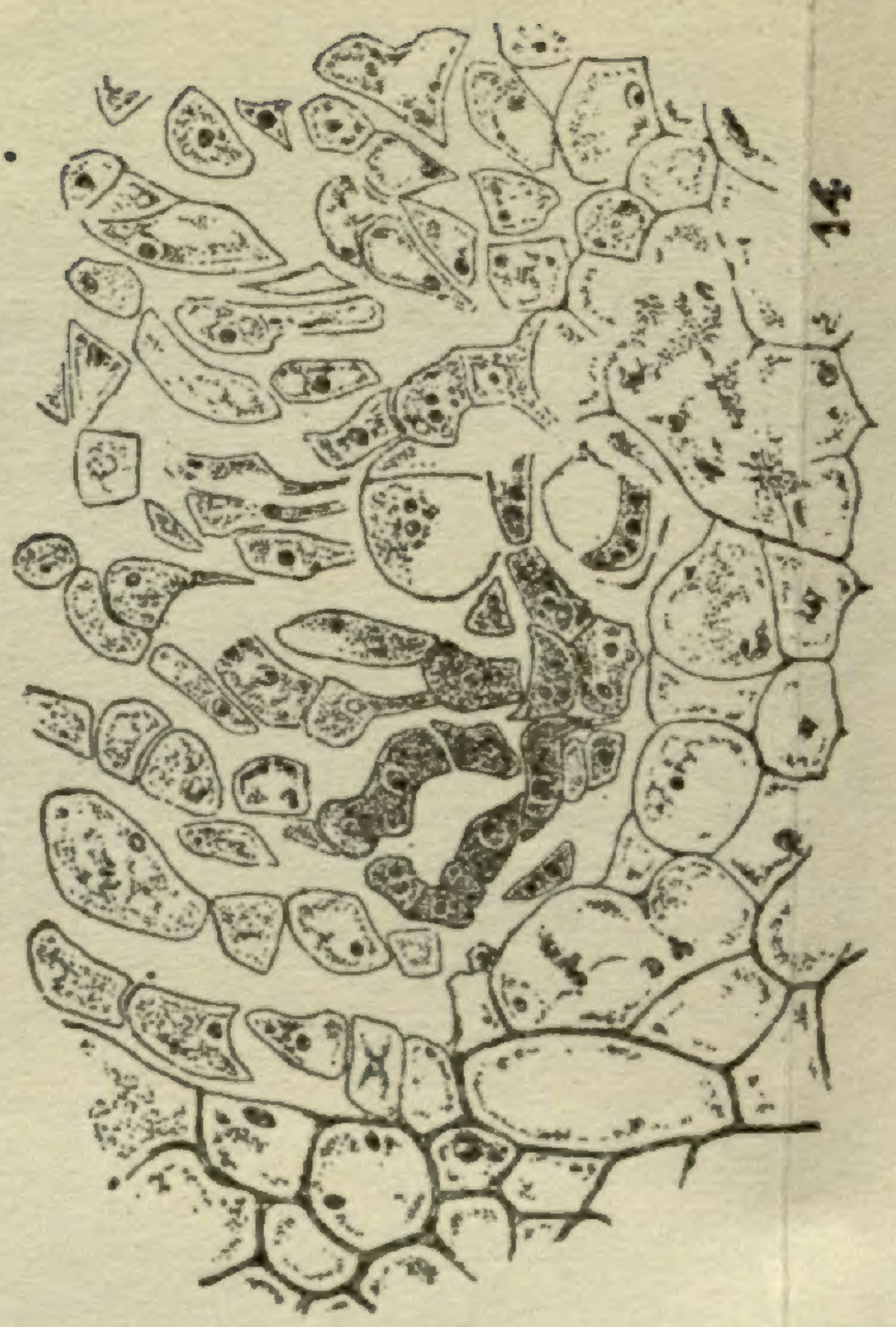
BRUN, sc.

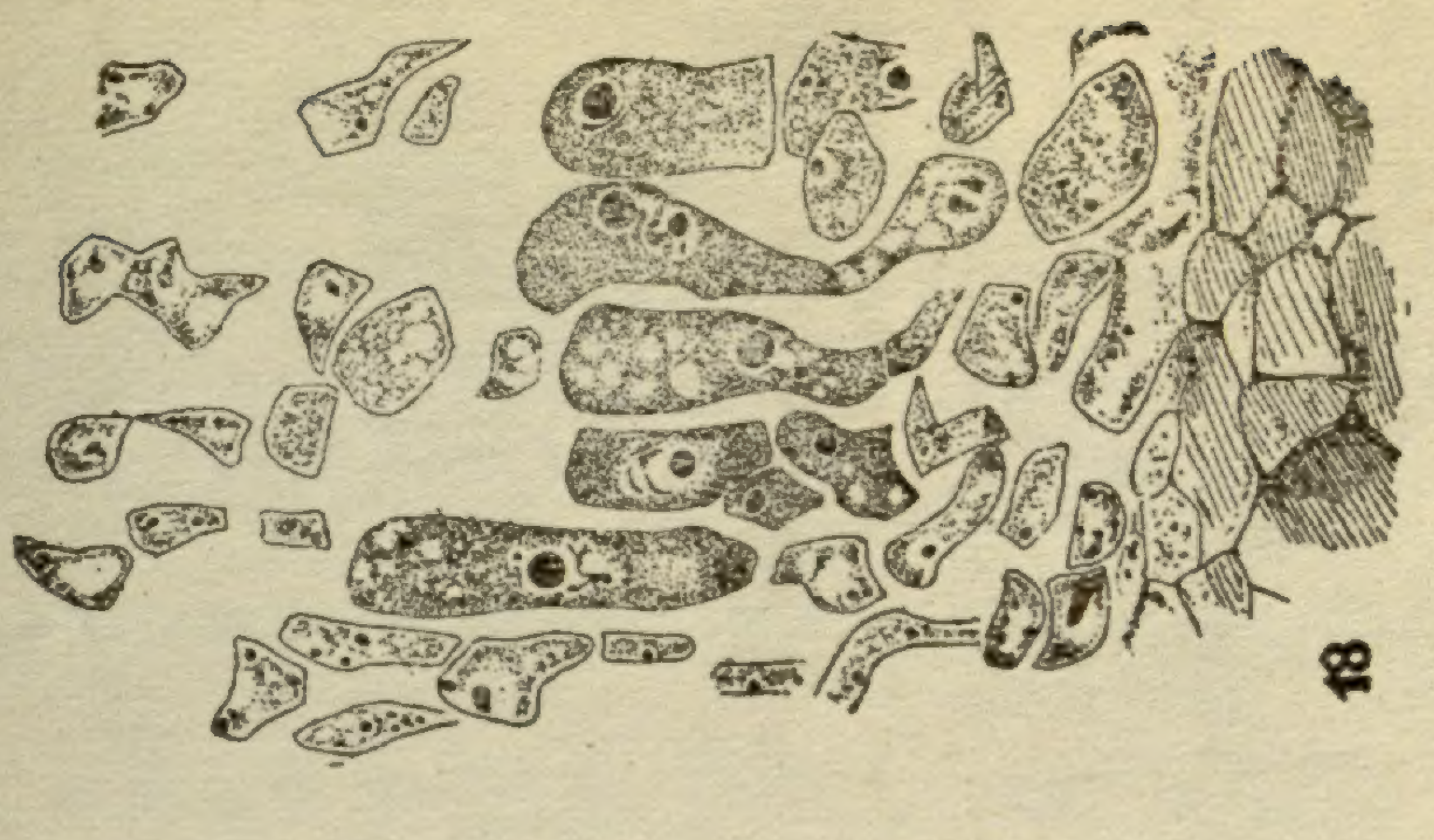
Développement du Dothidella Ulmi I.

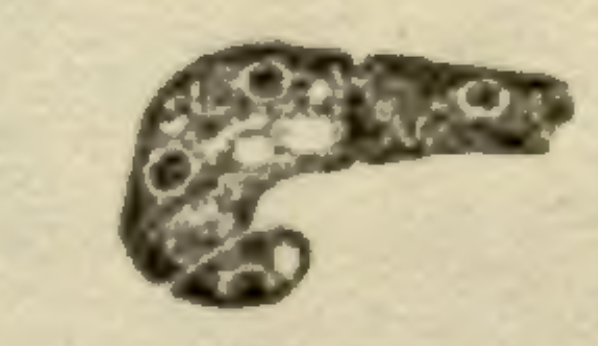

7

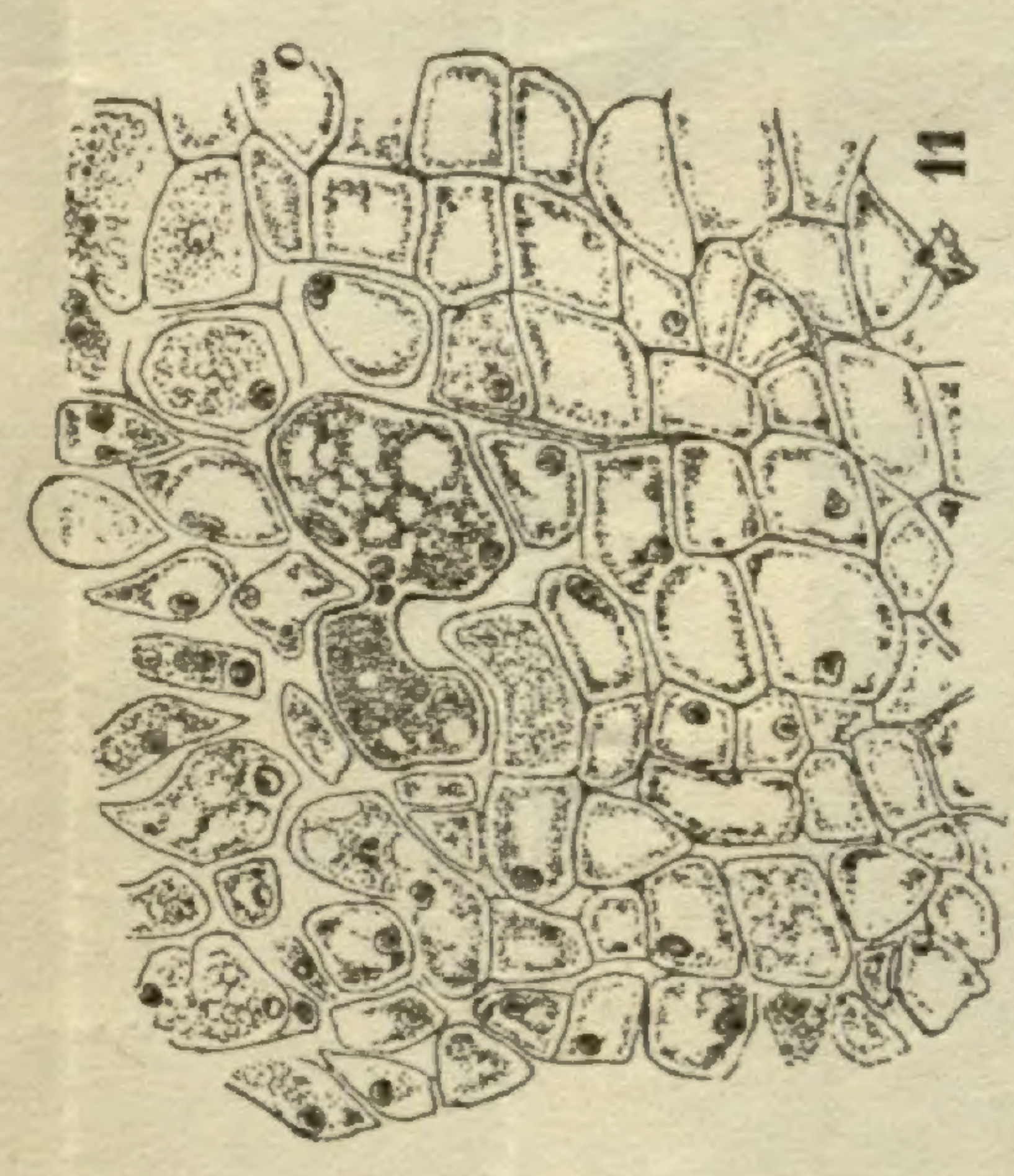

9

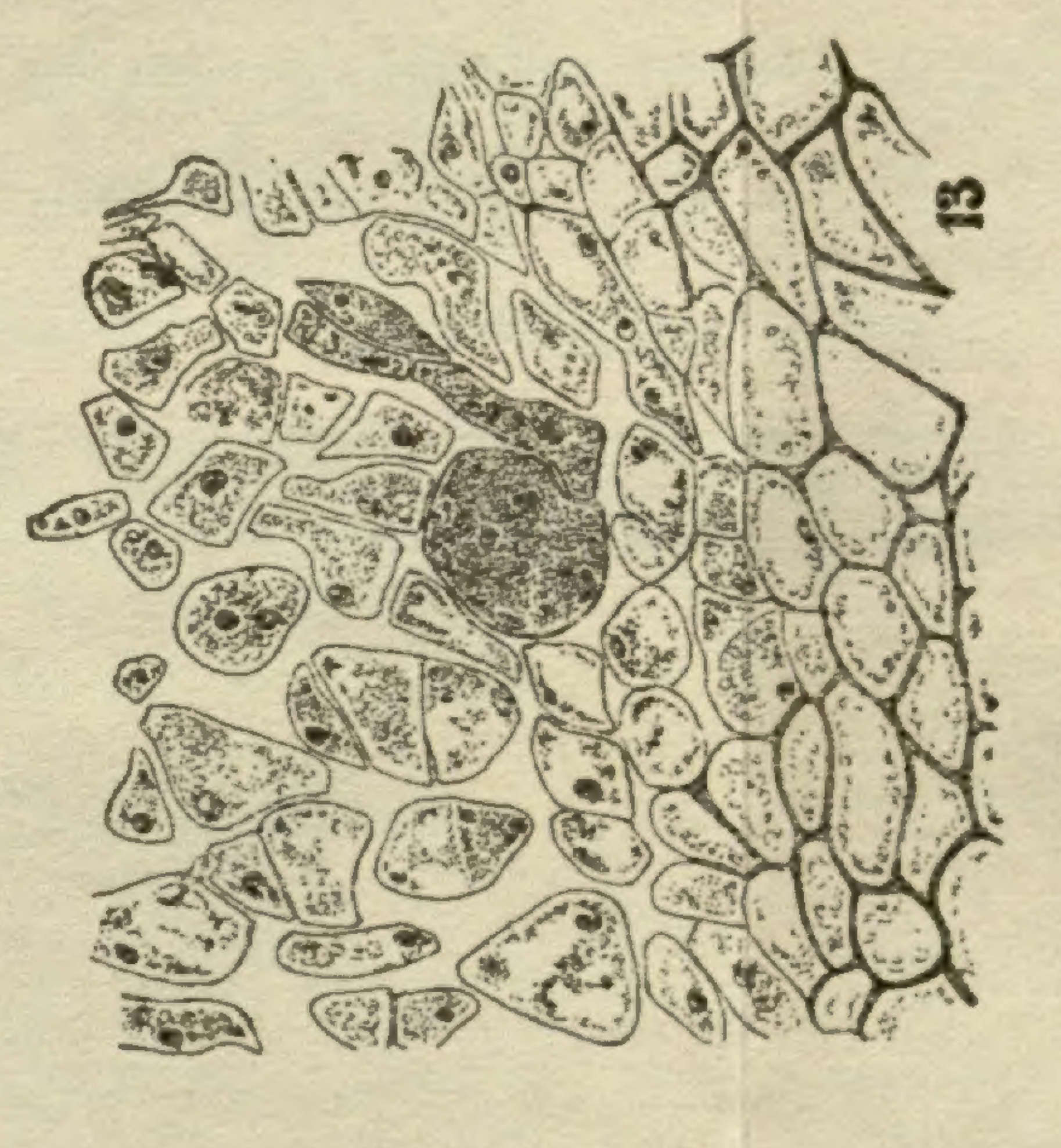

12

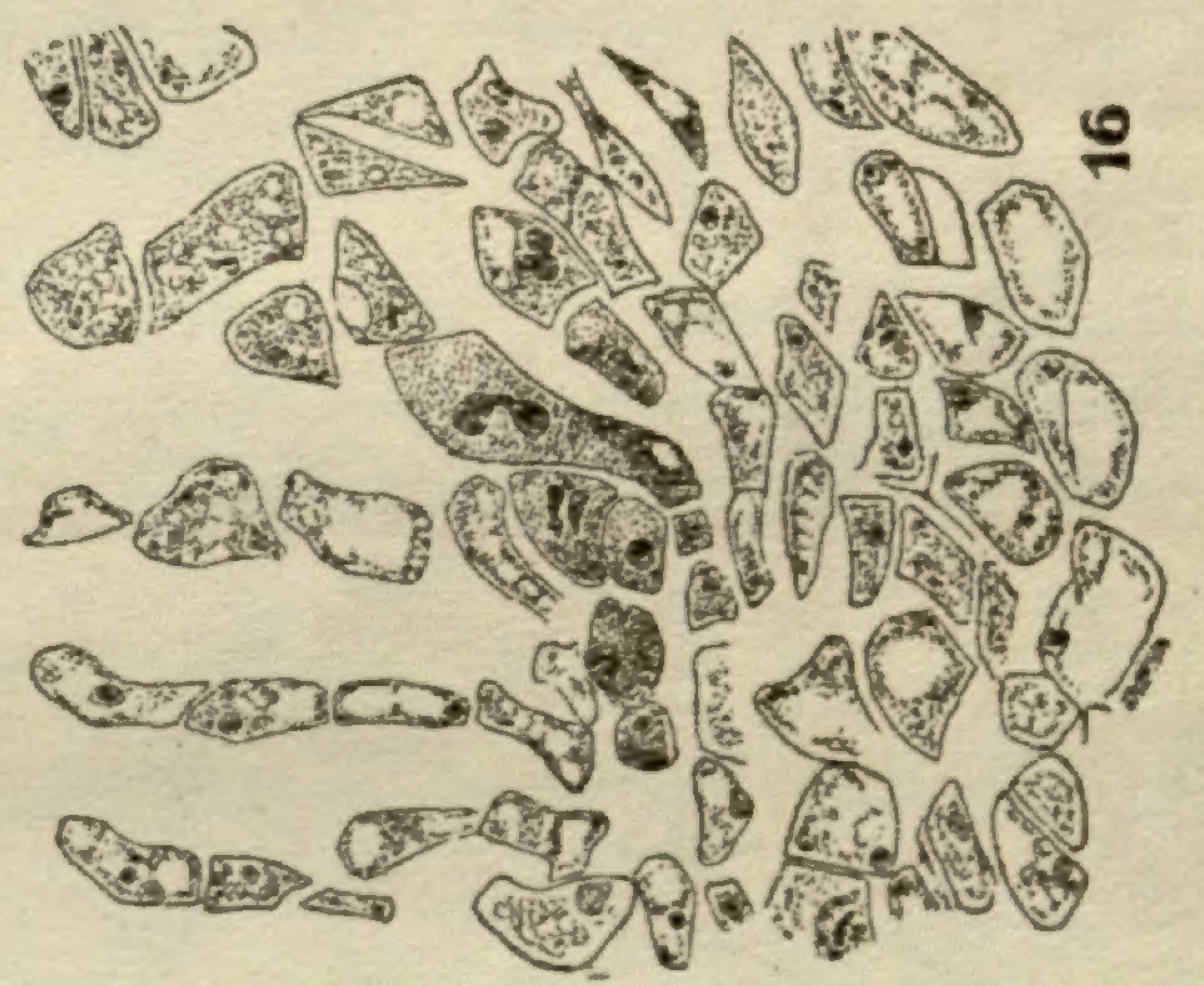

14

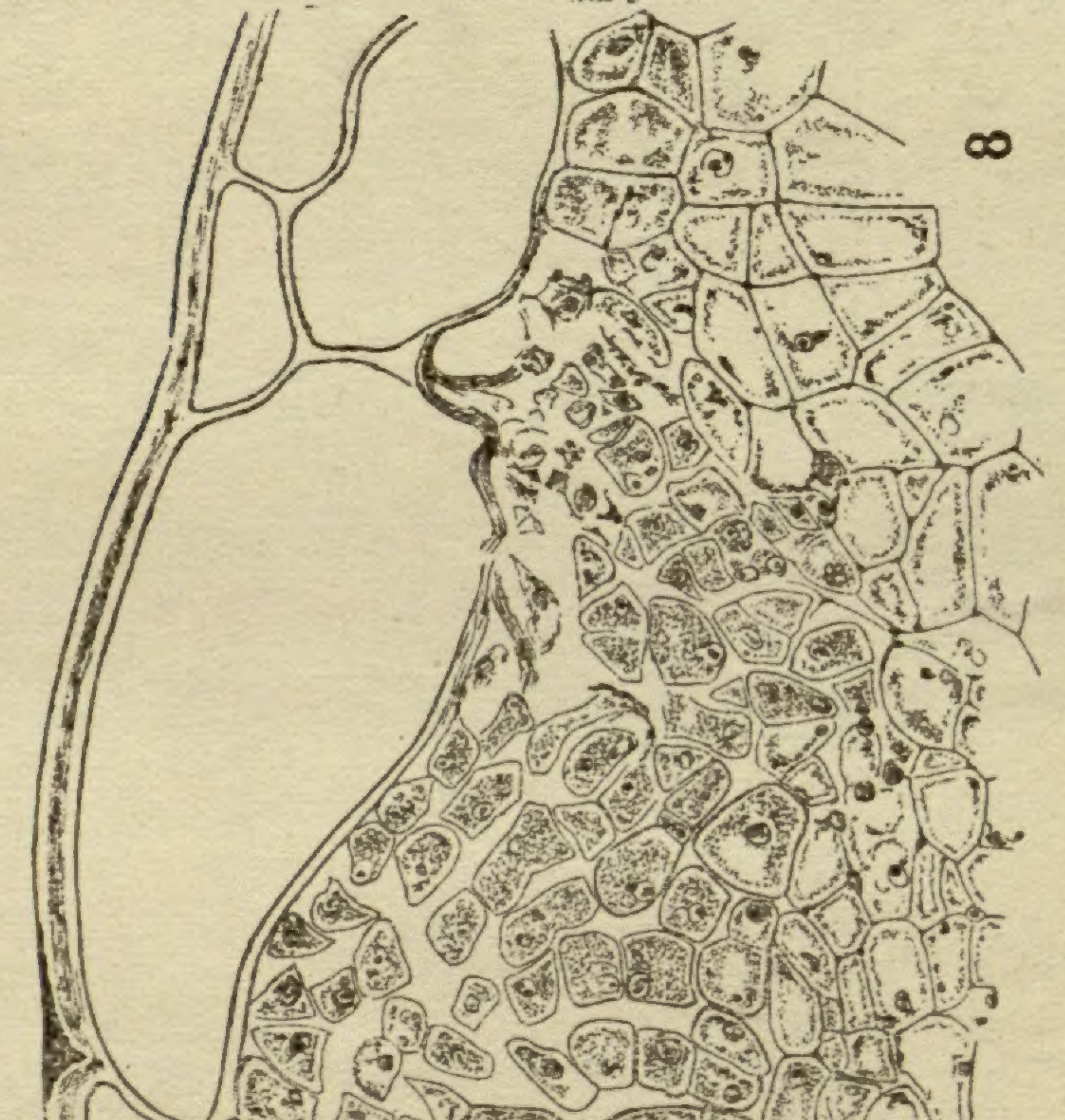

18

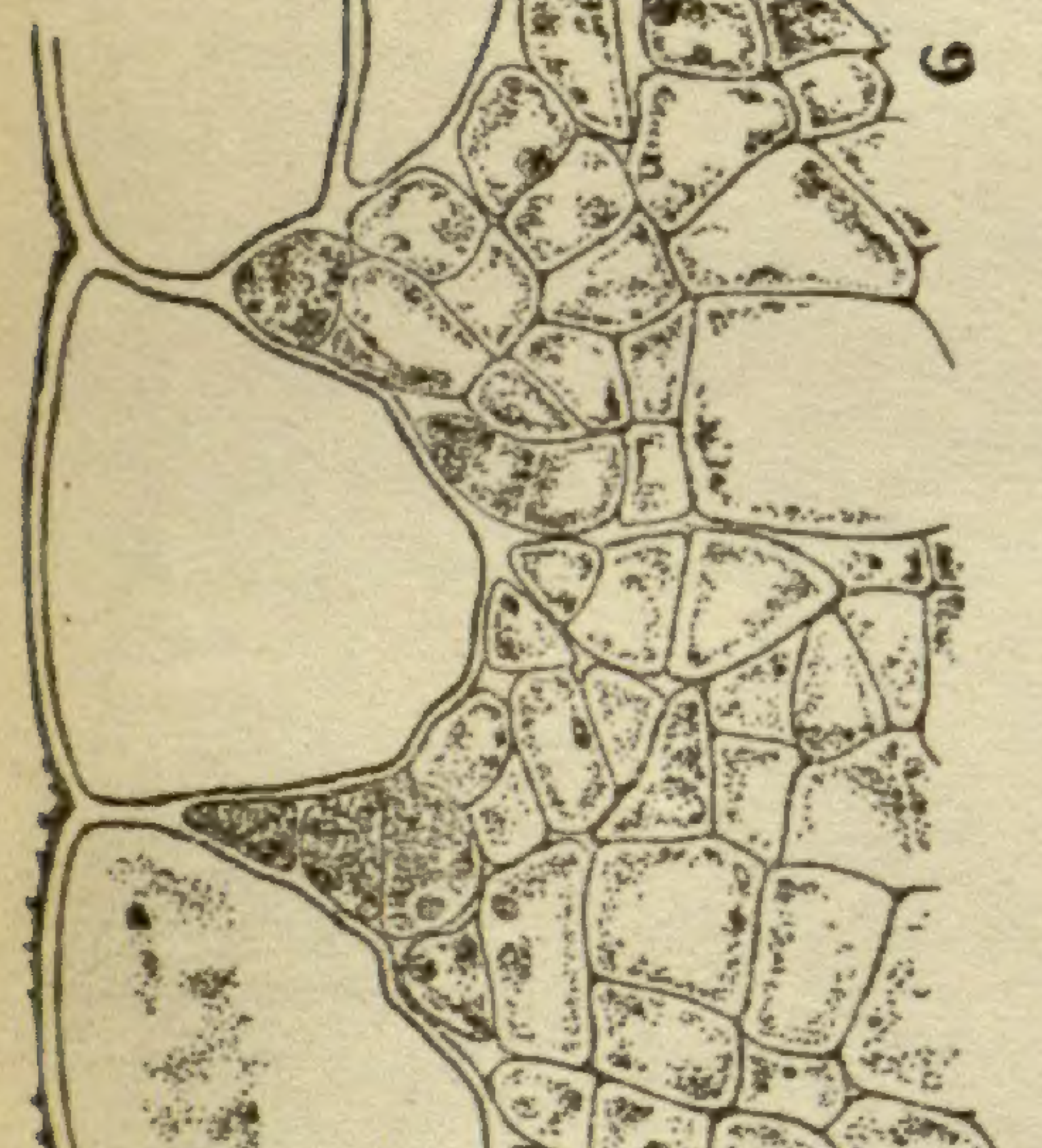

17

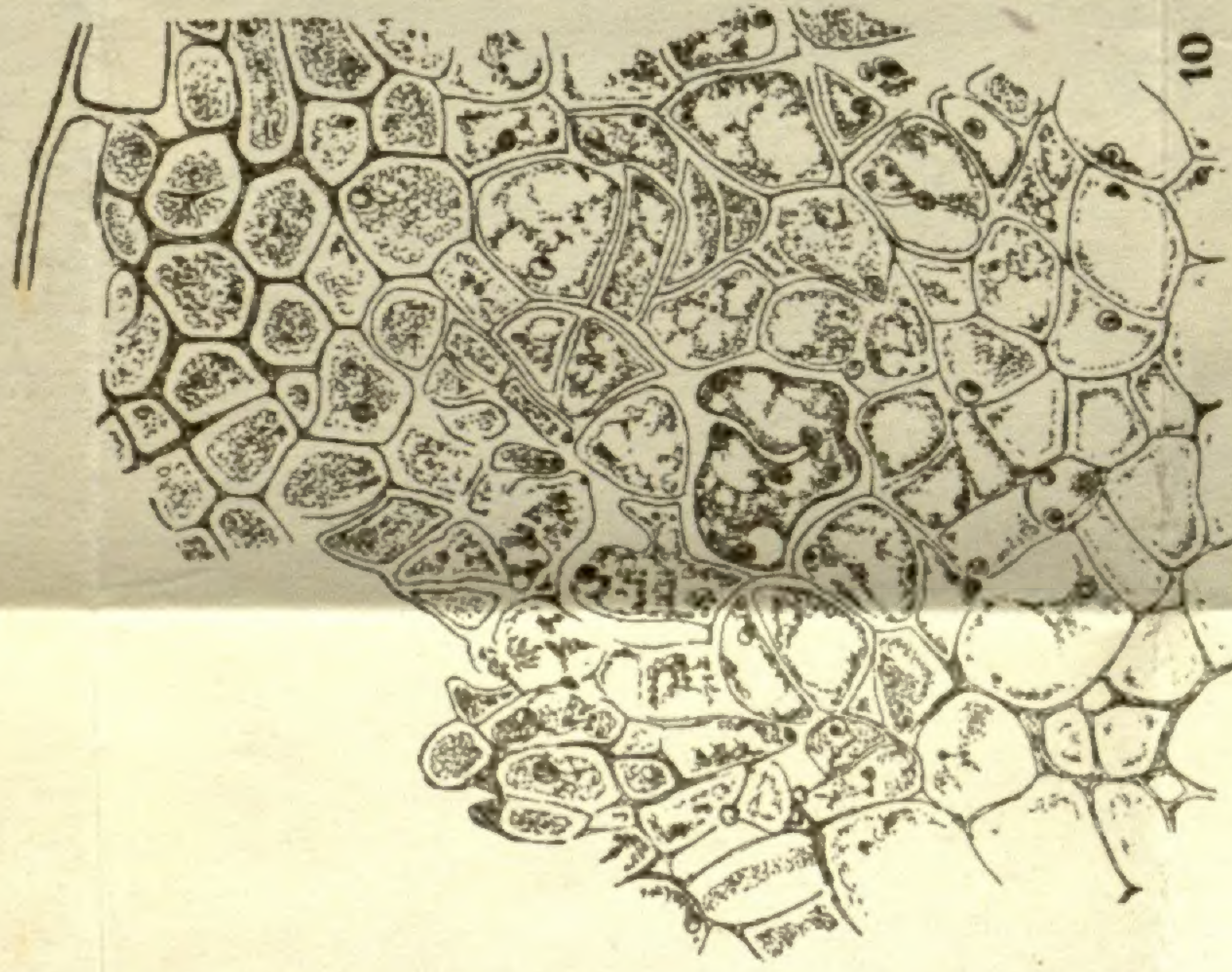

11

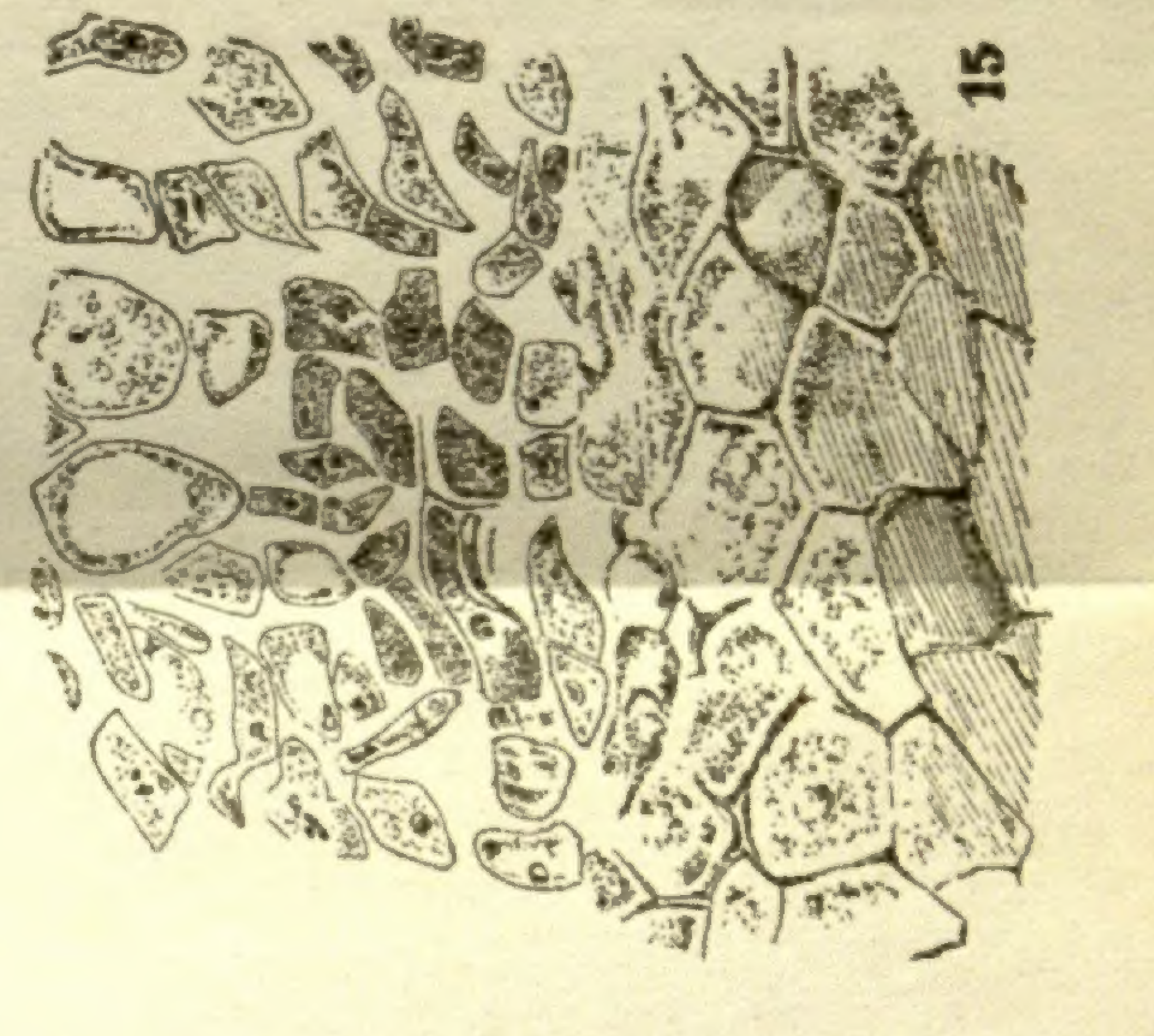

13


16


8


6


10


15

Killian, del.

Développement du Dothidella Ulmi II.

Brun, sc.